DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Elfter Jahrgang. 4. Mai 1923. Heft 18.

Die Individualität.

Von M. Kronenberg, Berlin.

Das Wort „Individualität" erweckt zunächst die Vorstellung von Phänomenen, die allein und ausschließlich der Sphäre des Menschlichen angehören. Wir denken dabei daran, daß jeder einzelne Mensch als solcher von allen anderen Menschen völlig abgesondert, durch eine tiefe Kluft durchaus geschieden ist, in seinem Wesen gleichsam eine Welt für sich bildet.

Ja, innerhalb der Menschenwelt selbst scheint das Wort „Individualität" zunächst wiederum nur einen ganz kleinen, aufs engste eingeschränkten Kreis von Erscheinungen zu umschreiben. Wir sprechen etwa von der Individualität eines Goethe, Bismarck usf. und meinen, diese Bezeichnung vielen, den meisten anderen Menschen, dem sogenannten Durchschnittstyp, durchaus versagen zu können, ja zu müssen.

Indessen kann man beide Arten der Einschränkung nur in einem gewissen Sinne als berechtigt und zuverlässig anerkennen; in dem Sinne nämlich, daß der Begriff „Individualität" hier in einer engeren und zugleich eminenten Bedeutung gefaßt wird, daneben aber, wie so mancher andere Begriff, eine allgemeinere Bedeutung besitzt — und eben diese Bedeutung ist es natürlich auch, die ihm auf wissenschaftlich-philosophischem Felde zukommt. Nicht nur allgemeiner ist hier die Bedeutung und Geltung des Begriffs, sondern die allgemeinste und umfassendste, die überhaupt zu denken ist — nichts Lebendiges, ja überhaupt nichts Seiendes ist so von ihm ausgeschlossen. In diesem allgemeinsten und umfassendsten philosophischen Sinne genommen gilt also der Begriff der Individualität nicht nur für die Menschenwelt, sondern ebensogut für die Tier- und Pflanzenwelt, für die Protisten, die Einzeller usf. Und so haben Untersuchungen über das Wesen der Individualität denn auch nicht nur Interesse für die Geisteswissenschaften, für Psychologie und Ethik im besonderen, sondern ebenso für den Gesamtbereich der Naturwissenschaften, für die Biologie im besonderen, aber ebenso auch für die meisten anderen naturwissenschaftlichen Sondergebiete.

Schon diese allgemeinen Verschiedenheiten der Bewertung des Begriffs weisen von vornherein auf die Problematik hin, die in ihm verborgen ist. In der Tat, es ist eine Fülle von Problemen, auf welche das Wort Individualität hindeutet. Daher muß es jedenfalls als Verdienst anerkannt werden, wenn in einer Schrift von *Rich. Müller-Freienfels* „Philosophie der Individualität" (Leipzig, Felix Meiner) in einer umfassenden Darstellung diese vielseitige Problematik aufgezeigt und von den verschiedensten Seiten her beleuchtet wird; auch dann noch ein Verdienst, wenn man finden sollte, daß die Lösungsversuche, oder vielmehr die Ansätze zu solchen, denn um mehr handelt es sich in den meisten Fällen nicht, an Wert und Bedeutung hinter der Entwicklung der eigentlichen Problematik zurücktreten.

Die ganze Schwere dieser Problematik tritt sogleich zutage, wenn man versucht, ihr mit den gewöhnlichen Hilfsmitteln philosophischer Betrachtung und Erkenntnis, die oft ausschließlich als solche gelten, näher zu kommen. Denn alsdann sieht man: es handelt sich hier um einen Begriff, der jeder Art von Definition sich durchaus entzieht; es soll hier etwas erkannt werden, was im Grunde unerkennbar ist, in dem Sinne jedenfalls, in dem das Wort Erkenntnis gemeinhin genommen wird; und es soll hier etwas zu gesetzmäßiger Einheit zusammengefaßt werden, worauf ja alle Wissenschaft hinzielt, was ebensowohl der Einheit wie der Gesetzmäßigkeit widerstreitet, ja ihr direktes Gegenteil darstellt.

Die Individualität als Begriff entzieht sich also jeder Art von Definition. Denn diese ist überall nur da möglich, wo Zusammenhänge, Grenzbeziehungen des zu Definierenden mit etwas anderem bestehen und somit auch ein Allgemeines, ein irgendwie Übergeordnetes mit gegeben ist und in Frage kommt. Gerade aber das ist hier der Natur nach ausgeschlossen. Denn zum Wesen der Individualität gehört eben das Isoliertsein, der Charakter des Einzigartigen, nur einmal Gegebenen, die Ausschließung aller Grenzbeziehungen, jeder Art von Verwandtschaft, Ähnlichkeit usw., somit erst recht jeder Art von Über- und Unterordnung unter ein Höheres oder Allgemeineres. Und damit ist bereits gegeben, daß die Individualität als solche unerkennbar ist, wenigstens in dem üblichen Sinne unerkennbar. Denn der Verstand, das Organ der Erkenntnis in diesem Sinne, kann nicht anders, als mit seinen ihm eigentümlichen Mitteln, der Logik, das Gegebene, das da erkannt werden soll, zu ordnen, einzureihen, Verknüpfungen herzustellen, ein-, über- und unterzuordnen, alles gewissermaßen in Reih und Glied zu bringen, mit dem Endziel der allumfassenden Über- und Unterordnung durch die weithin alles Seiende beherrschende Gesetzlichkeit. Wie aber sollte dies alles möglich sein bei der Individualität, die isoliert, einzigartig ist und alles Gesetzmäßige gerade vollkommen negiert und von sich ausschließt?

Der Verfasser bringt diese grundlegende Antinomie auf eine kurze Formel, indem er sagt, alle Wissenschaft im üblichen Sinne sei ihrem Wesen nach *rational*, die Individualität aber sei ihrem Wesen nach gerade das Gegenteil, nämlich durch und durch *irrational*. Man kann diese heute sehr gebräuchliche Formulierung des Gegensatzes gelten lassen, obwohl sie nicht ganz frei von Bedenken ist. Aber jedenfalls muß man ihm ganz beistimmen, wenn er darauf hinweist, daß trotz alledem die Philosophie der Individualität kein völlig hoffnungsloses Unterfangen, und wie dennoch in gewissem Sinne und innerhalb gewisser Grenzen eine Erkenntnis der Individualität möglich ist: die rationale, mit den Hilfsmitteln der Logik arbeitende Erkenntnis ist nur *eine* Art der Erkenntnis überhaupt, aber keineswegs die einzige, allein zulässige oder allein „wissenschaftliche", wie dies seit den Anfängen des wissenschaftlichen und philosophischen Denkens bis auf unsere Tage immer wieder von neuem behauptet wurde, obwohl es immer wieder längst widerlegt worden ist. Vielmehr gibt es neben der logisch-rationalen Erkenntnis, als die tiefere und wichtigste Grundlage alles Erkennens überhaupt, noch jene andere, die man aber besser, um naheliegende Mißverständnisse zu vermeiden, nicht als irrationale Erkenntnis, sondern als *Intuition*, geistiges Schauen bezeichnet. Daß die Individualität etwas Irrationales sei, war, wie der Verfasser sagt, auch schon „der älteren Logik nicht unbekannt, denn sie bezeichnete das Individuum als „ineffabile" und zog daraus den Schluß, daß es keine Erkenntnis vom Individuum geben könne, einen Schluß, den ich nicht mitmache. Ich behaupte nämlich, darin mit vielen neueren Denkern einig, daß die rationale Logik nur *eine* Art der Erkentnis, nicht die Erkenntnis schlechthin begründe. Denn das Leben ist mehr als die rationale Wissenschaft, und Philosophie ist mir nicht bloß Wissenschaftslehre, sondern Erkenntnis auch dessen noch, was nicht in die Wissenschaft eingeht. — Ja, Philosophie ist mehr noch als Erkenntnis; Philosophie ist selber Leben, eine Auseinandersetzung nicht nur des Kopfes, sondern des ganzen Menschen mit der Welt."

Von solchem Standorte der Betrachtung aus hat es naturgemäß für den Verfasser besonderen Reiz, gerade dem Irrationalen der Individualität nach verschiedenen Richtungen hin nachzugehen, auch wenn es sich dabei naturgemäß oftmals mehr um Andeutungen von Erkenntnissen als um diese selbst, mehr um allgemeinere Umschreibungen von Tatbeständen als um deren scharfe begriffliche Fixierung usw., ja oftmals mehr um rein negative Feststellungen als um positive Versuche handelt, das hinter ihnen verborgene Problem selbst zu lösen. So werden z. B. einem der wichtigsten irrationalen Wesensmerkmale der Individualität gegenüber, daß sie nämlich als unvergleichlich und nur mit sich identisch im Grunde auch immer beharrlich, im Wesen also unveränderlich sei, demgegenüber werden alle negativen Instanzen sorgfältig gesammelt und aufgewiesen. So schon die Wandlungen der rein körperlichen Individualität, die Veränderungen des Leibes. Neben anderem weist dabei der Verf. mit Recht auf die wichtige Tatsache hin, daß ja der mit der Geburt sich freimachende Leib gar kein Anfang ist, sondern daß das erste Stadium des entstehenden Menschen ein einzelliges Wesen ist; und daß dieses im Mutterleibe wiederum mannigfache Wandlungen durchläuft, die eine auffällige Ähnlichkeit mit systematisch tieferstehenden Tierklassen darbieten. So gleichen die Embryonen des Menschen (wie die der Säugetiere überhaupt und der Vögel) ganz auffallend den wasserbewohnenden Fischen in deren ausgewachsenem Zustand. Es treten die gleichen Schlundspalten auf, die Glieder sind breite flossenartige Platten, die Herzbildung ist wie bei den Fischen. Es sind das alles Beispiele jener Tatsachen, die zur Aufstellung des „biogenetischen Grundgesetzes" geführt haben, d. h. der Lehre, daß die Ontogenie die Rekapitulation der Phylogenie ist. Mag dies Gesetz auch im einzelnen mancher Einschränkungen bedürfen, es erhebt die Wandlung des Embryos doch über jeden Zweifel hinaus." — Aber mit den Veränderungen der Seele ist es nicht anders; die unaufhörlichen psychischen Wandlungen der Individualität sind ebenso unbestreitbar. Wenn freilich der Verfasser meint, „jedes Erlebnis wandelt irgendwie die Seele um" und „wir können nichts noch einmal erleben, weil das Erlebnis selber die Seele umformt" — so geht er hier zu weit, unterschätzt die Eigenkraft des Individuellen und die dadurch gegebenen Möglichkeiten, wie diese Unterschätzung ja auch bei so vielen „Modernen" sich findet, die das Wort „Erleben" beständig im Munde führen und seinen Wert oft maßlos übertreiben. Aber sicher hat der Verfasser recht, wenn er auf die Wandlungen der Seele, die Veränderungen des Innen- wie des Außenbildes, nachdrücklich hinweist und schließlich beides, die körperlichen wie die seelischen Wandlungen, zusammenfassend sagt: „Der berühmte Identitätssatz versagt der lebendigen Individualität gegenüber, die in allen ihren Erscheinungsweisen beständigem Wandel unterliegt. Das einzige, was man zugeben kann, ist, daß eine gewisse Kontinuität besteht, und das ist es denn auch, was den Glauben an die angebliche Identität des Individuums mit sich selbst hat aufkommen lassen. Aber Kontinuität ist keine Identität: Mögen einzelne Partien der Individualität festere Konsistenz haben, auch sie unterliegen der Wandlung. Wie der wissenschaftlich Denkende den Gletscher, der dem Laien als fester Block erscheint, als Fließendes erkennt, so muß der philosophisch Denkende das Ich nicht als „Ding", als Substanz, als feste Form, sondern als ein unablässiges Geschehen begreifen. Jedes feste Bild, jeder feste Begriff verfälscht die Wirklichkeit."

Indessen gibt es nun innerhalb der Erschei-

nungswelt der Individualität neben dem Irrationalen doch auch ein Rationales, und dies ebenso der Tatsächlichkeit nach wie der bloßen Möglichkeit und Tendenz nach. Schon die Betrachtung und Untersuchung des Irrationalen ist ja nicht möglich, ohne neben und hinter dem im strengsten Sinne Irrationalen gewisse Regelmäßigkeiten, Gleichheiten, feste Anlagen usw., kurz rationale Momente zu erkennen und gelten zu lassen. Und so gibt es überhaupt und ganz allgemein innerhalb alles irrationalen Geschehens, auch dem der Individuation, eine Tendenz, ein Streben zur Rationalisierung, d. i. zur Gestaltung von relativ Gleichem, Dauerndem, Einheitlichem, Abgrenzbarem, zur Herausbildung relativ fester, einheitlicher, abgrenzbarer Gebilde aus dem irrationalen Strome des Werdens. Ihre Möglichkeit, bemerkt dazu der Verfasser, geht auf eine biologische Tatsache, ein in der vorindividuellen Entwicklung bereits überall aufzeigbares Prinzip zurück: „auf die Tendenz der Lebensvorgänge, sich zu wiederholen, soweit sie sich für das Subjekt des Lebens als nützlich erweisen. Bereits in der untermenschlichen Natur finden wir überall zunächst ein irrationales Probieren und danach eine Wiederholung geglückter Probierprozesse, eine Wiederholung, die zu dauernden Umbildungen des betreffenden Lebewesens zu führen vermag."

In der Wiederholung (Gewöhnung, Anpassung, Nachahmung), die bei häufiger Übung zur Ausprägung fester organischer Formen führt, sieht der Verfasser also das Grundprinzip aller Rationalisierung. Er unterscheidet dabei weiterhin einerseits die *inner-individuelle* (z. B. ethische, ästhetische) und *zwischen-individuelle* (d. i. soziale) Rationalisierung, andererseits „die *natürliche* Rationalisierung, d. h. die ohne bewußte Absicht geschehende Gewöhnung, Anpassung und Nachahmung, die dazu führt, leibliche wie psychische Funktionen auszuprägen und ihrerseits das Werk der vorindividuellen Rationalisierung fortsetzt" — von der *künstlichen* Rationalisierung, „die aus bewußter Absicht heraus geschieht. Auch sie ist jedoch nicht etwas von der natürlichen Rationalisierung grundsätzlich Verschiedenes, sondern muß sich, wenn sie zum Ziele gelangen will, der gleichen Methoden wie jene bedienen".

Von diesen beiden entgegengesetzten Arten der Rationalisierung unterscheidet der Verfasser noch eine dritte Art, die er als *fiktive* Rationalisierung bezeichnet. Sie vereinigt im Grunde jene beiden anderen Arten, behebt das Gegensätzliche in ihnen, aber nicht innerlich oder auch nur durch ein Kompromiß, sondern durch willkürliche Parteinahme zugunsten des Rationalen, indem sie „über alles Irrationale hinwegsieht und die Menschen schlechthin so behandelt, *als ob* sie konstant und *als ob* sie gleiche Größen wären. Sie übertreibt innerhalb des Umkreises der Individualitäten alles Rationale und läßt alles Irrationale als unwesentlich beiseite." — Gegen diese fiktive Rationalisierung erheben sich wesentliche Einwände und Bedenken, zum Teil von derselben Art, wie sie gegen die Vaihingersche „Philosophie des Als ob" (der der Verfasser hier folgt) und ihren Begriff der Fiktion überhaupt sich erheben[1]). Wie sehr diese Bedenken sich regen müssen, ersieht man beispielsweise daraus, daß der Verfasser selbst die Individualität „Goethe", als geistige Einheit gefaßt, oder die nationale Einheit der verschiedenen Stämme des deutschen Volkes als bloße Fiktion im Sinne fiktiver Rationalisierung ansieht.

Indessen hindert das natürlich nicht anzuerkennen, daß der Verfasser seiner schwierigen und vielseitigen Aufgabe im ganzen durchaus gerecht geworden ist und sie in vielfach anregender Weise gelöst hat. Das gilt namentlich auch von den beiden letzten Hauptteilen des Buches, dem dritten „Das Individuum und die Werte" und dem vierten „Die Individualität und das Leben", in welch letzterem auch die Individualität in der nichtmenschlichen Natur eingehend untersucht wird, und in interessanter Weise ebenso das Bewußtsein der Tiere wie das Individualitätsbewußtsein der „Stöcke" (Bienen, Ameisen), die Welt der Kristalle wie die der überindividuellen Wesenheiten (Gestirne) behandelt werden, wobei es natürlich an Analogien aus dem Bereiche menschlicher Individualitäten (z. B. Vergleich des Menschenstaates mit dem Insektenstaat) nicht fehlt. Vor allem die ganze Fülle der Problematik tritt dabei auch hier, ja vielleicht noch stärker als vorher, deutlich zutage.

Tierische Chimären und künstliche Individualitäten*).

Von W. Goetsch, München.

Die Chimaira der griechischen Sage war ein Ungeheuer, das aus der Zusammensetzung von einem Löwen, einer Ziege und einer Schlange bestand; und Chimären nennt man daher in der Biologie gewisse zusammengesetzte Lebewesen, die verschiedenartige Elemente in sich vereinigen.

Der Ausdruck Chimäre ist von dem Botaniker *H. Winkler* geprägt. Es werden damit die bei Pfropfungen entstehenden Gebilde bezeichnet, die zwar äußerlich als Zwischenformen erscheinen; in der Art ihrer Zusammensetzung lassen sie aber deutlich noch die Bestandteile der Arten erkennen, aus denen sie zusammengesetzt sind. So kann beispielsweise an einem Nachtschattengewächs die äußere Schicht aus Bestandteilen der einen Spezies bestehen, während die innere von der anderen Art gebildet wird. Oder aber es findet sich an Knospen, die bei gepfropften Gewäch-

[1]) Vgl. über die „Philosophie des Als ob" meinen Aufsatz „Fiktion und Hypothese" in Heft 23 u. 24 der „Naturwissenschaften" vom 4. und 11. Juni 1915 (3. Jahrgang).

*) Vgl. die Aufsätze über „Relativität der Individuen", Naturw. Wochenschr. 1922, Heft 15, 36, 39 u. 41.

sen gebildet werden, ein kleiner Abschnitt des Achsenteiles mit dem Charakter des Pfropfreises, so daß im Querschnitt der Knospe der eine Sektor andere Strukturen besitzt als der Hauptteil. Solche Gebilde werden als *Sektorial*-Chimären bezeichnet (Fig. 1 a), zum Unterschied von den *Periclinal*-Chimären, bei denen die äußere Schicht einen anderen Charakter besitzt als das Innere (Fig. 1 b) und den *Mosaik*-Chimären, in denen Zellgruppen verschiedener Herkunft durcheinander vorkommen (Fig. 1 c).

In der Zoologie haben nach dem Vorgange der Botaniker *Spemann* und seine Schüler Organismen aus embryonalen Zellen verschiedener Elementararten hergestellt[1]), und in neuester Zeit hat *Schaxel*[2]) den Begriff bei seinen Axolotl-Versuchen angewandt. Er konnte z. B. durch Kombination von Regenerationsstadien Organe herstellen, die von verschiedenfarbigen Elementen gebildet wurden; beispielsweise Beine, die zur einen

gut zum Ausdruck, der zwischen Vereinigungen von mindestens zwei Tierhälften und anderen Transplantationen besteht, bei denen nur minimalere Teile auf einen sonst wohl ausgebildeten Organismus übertragen werden. Man muß aber beim Gebrauch dieser Begriffe immer beachten, daß es zwischen beiden Extremen alle Übergänge gibt, und bei jeder Definition, die sich direkt oder indirekt mit dem Individualitätsbegriff befaßt, das Relative dieses Ausdrucks berücksichtigen.

Wirkliche Vereinigungen von Hälften zu einer Einheit hat *Born*[4]) in seinen Experimenten an Fröschen sehr schön ausgeführt, und nach ihm hat *Harrison*[5]) durch Regenerations- und Transplantationsversuche die Fragen zu beantworten gesucht, wie bei Vereinigungen halber Froschlarven die Nerven und andere Organe gebildet werden. Die betreffenden Beobachtungen waren dadurch in besonders schöner Weise ausführbar, weil die beiden Froscharten, die *Harrison* benutzte, hell-

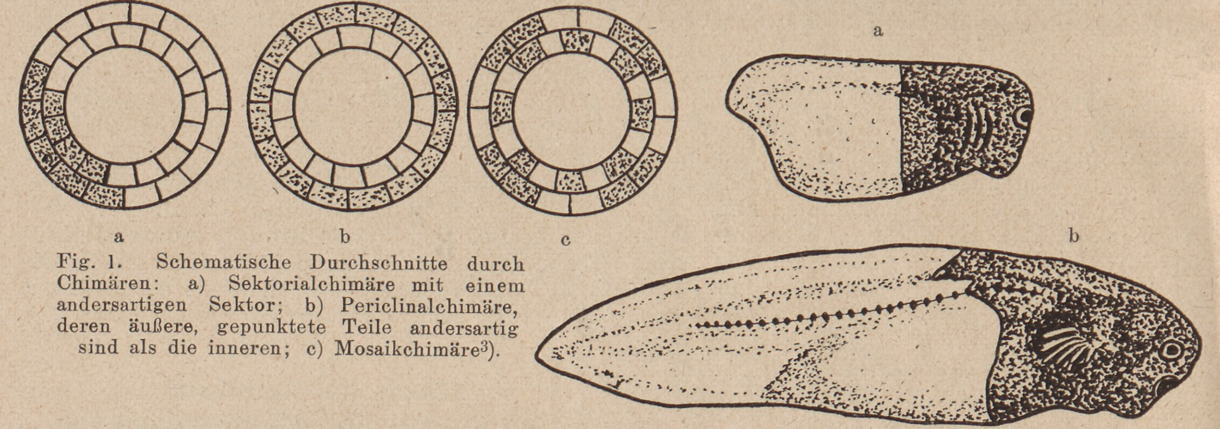


Fig. 1. Schematische Durchschnitte durch Chimären: a) Sektorialchimäre mit einem andersartigen Sektor; b) Periclinalchimäre, deren äußere, gepunktete Teile andersartig sind als die inneren; c) Mosaikchimäre[3]).

Fig. 2. Vereinigung von Kaulquappen der Froschart Rana silvatica (dunkel) mit Rana palustris (hell); a) 24 Stunden nach der Vereinigung; b) 51 Stunden nachher. Die gepunktete Seitenlinie wächst vom dunklen Kopfteil auf die helle Hinterhälfte. (Nach *Harrison*.)

Hälfte weiß, zur anderen schwarz waren. Es waren so Sektorialchimären im Sinne der Botaniker entstanden, wenn es sich auch allerdings nur um Organe mit chimärenhaftem Charakter handelte und nicht um ganze Organismen.

Für unsere Problemstellung hier ist es schon wichtig genug, zu wissen, daß *Teile* des einen Individuums in ein anderes eingefügt wurden und dort die Rolle des ursprünglichen Organs übernehmen können. Schöner zeigt sich jedoch das Relative in der Individualitätsbildung in den Fällen, in denen *größere* Abschnitte sich zu einer Einheit zusammenfügen lassen; ganze Tiere oder doch Teile, die selbständig existieren können. Für solche Vorgänge hat *Isseyew* in Petersburg mir den Ausdruck *Konplantation* vorgeschlagen, den ich aus praktischen Gründen auch akzeptieren möchte. Kommt doch dadurch der Unterschied

gelbe und dunkelbraune Larven besitzen. Wurden bei solch jungen Kaulquappen, wie es bei dem Versuch der Fig. 2 geschehen ist, an ein dunkles Vorderende ein heller Schwanzteil angepfropft, so konnte man die Grenze beider Teile auch nach dem Zusammenwachsen noch gut erkennen, und die Zusammensetzung aus zwei Teilen ist auch dann noch deutlich, wenn gewisse Teile des einen Abschnitts auf den anderen übergreifen. Dies ist in der Fig. 2 b geschehen; die Rückenpartien des dunklen Teiles sind bedeutend nach hinten gewachsen, und besonders die Seitenlinie, dieses so wichtige Sinnesorgan der Wassertiere, hat sich von vorn aus ganz auf die helle Schwanzregion ausgebreitet.

[1]) *Spemann, H.*, Die Erzeugung tierischer Chimären, Arch. Ent.-Mech. *48*, 1921; *Mangold, O.*, Fragen der Regulation und Determination, Arch. Entw.-Mech. *47*, 1920; *Taube, E.*, Regeneration mit Beteiligung ortsfremder Haut, Arch. Entw.-Mech. *49*, 1921.

[2]) *Schaxel, J.*, Über die Herstellung von Chimären. Verh. der Deutsch. Zool. Gesellsch., Würzburg 1922.

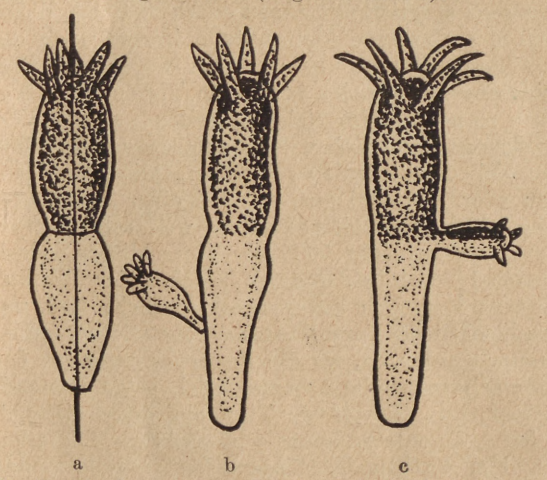
[3]) Fig. 1, 3, 6—8 aus dem Buch „Tierkonstruktionen", München 1923.)

[4]) *Born*, Die künstliche Vereinigung lebender Teilstücke von Amphibienlarven. Jahresber. Schles. Gesellsch. Vaterl. Kultur 1894 u. Anat. Anz. 1895.

[5]) *Harrison*, Exper. Unters. über die Entwicklung der Sinnesorgane u. Seitenlinie der Amphibien. Arch. mikroskop. Anatomie *LXIII*, 1904.

Trotz solcher Überwachsungen blieben aber die beiderlei Bestandteile immer deutlich getrennt, und auch dann ließ sich durch die Pigmentierung der Haut noch eine deutliche Grenze feststellen, als die Tiere in die Metamorphose eintraten und aus der Kaulquappe ein Frosch wurde. Die Vereinigung artfremder Tierstücke kann demnach auch bei Wirbeltieren eine Einheit herstellen, die aber anders als ein echter Bastard immer noch die Teile erkennen läßt, aus der sie zusammengesetzt ist.

Konplantationen und andere Vereinigungen an *niederen* Tieren sind in früheren Betrachtungen bereits öfter erwähnt worden. Planarienteile größeren Umfangs ließen sich zur Verwachsung bringen[6]), und bei Hydren ist die Vereinigung von Hälften zweier verschiedener Tiere verhältnismäßig leicht. Man braucht nur die Teilstücke auf ein Haar aufzureihen (Fig. 3 a) und die Wundränder wachsen bei einiger Vorsicht aneinander; nach Verlauf weniger Tage ist dann aus den Bestandteilen verschiedener Organismen eine Einheit geworden (Fig. 3 b und c).



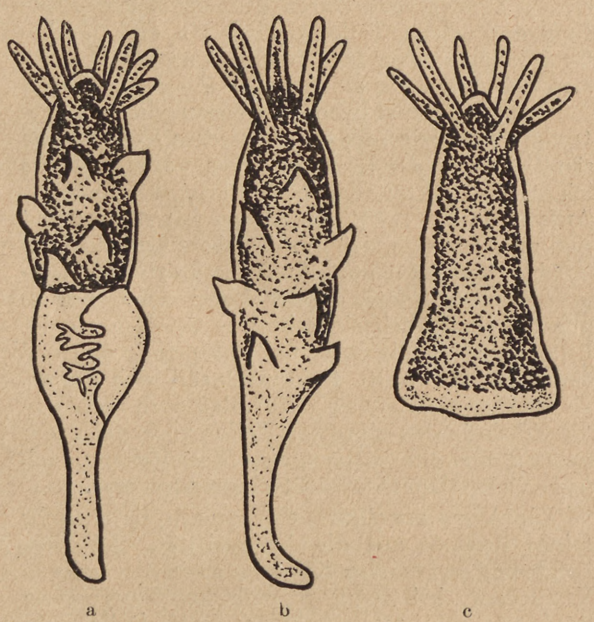
a b c

Fig. 3. Vereinigung von dunklem, algenhaltigem Kopfstück einer Chlorohydra mit heller, algenfrei gemachter Fußpartie derselben Art: a) die Teile auf ein Haar aufgezogen; b) Vereinigung der Teile beinahe vollendet; c) Vereinigung vollkommen; die an der Schnittstelle heranwachsende Knospe ist aus *beiden* Bestandteilen zusammengesetzt.

Für meine Versuche über dies Thema lagen die Verhältnisse besonders günstig, da ich wie *Harrison* verschiedenfarbige Tiere benützen konnte. Wie ich in dem Aufsatze über die Probleme der Symbiose[7]) darlegte, hatte ich durch die Entfernung der Symbionten bei Chlorohydra und das Auftreten von Algen in Hydra die Möglichkeit, grüne und braune oder weiße Polypen zu verwenden, so daß die einzelnen Abschnitte durch die Färbung deutlich abgegrenzt waren.

In der Fig. 3 sehen wir, wie durch Vereinigung solcher Teilstücke nach und nach eine innige Verbindung hergestellt wird. Ist dies geschehen, so funktioniert eine solche zusammengesetzte Individualität vollkommen als Einheit; alle Lebenserscheinungen verlaufen normal, auch die Fortpflanzung durch Knospen. Wächst eine solche Knospe oberhalb oder unterhalb der Naht hervor, so trägt sie einheitlichen Charakter; kommt es indessen zu Knospenbildungen an der Verwachsungsstelle selbst, so entsteht eine Hydra, die aus beiden Elementen besteht und zweifarbig bleibt (Fig. 3 c), bis durch den Ausgleich der Algenfärbung die Zusammensetzung aus zwei Stücken unkenntlich wird.

Das so entstandene Tier wäre demnach als eine Chimäre zu bezeichnen, wenn diese Bezeichnung nicht in *einem* Punkte der strengen Definition zuwiderliefe: es handelt sich hier nur um



a b c

Fig. 4. Vereinigung von einem algenhaltigen, dunklen ♂ mit hellem, algenfreiem ♀ von Hydra; künstlicher Hermaphrodit. a) die einmal angelegten Geschlechtsorgane haben sich weiter entwickelt; unten rechts ein Ovar, oben 5 Hodenbläschen; b) auf den folgenden Geschlechtsperioden rein männlich mit 7 Hoden, auch an der ursprünglich weiblichen Hälfte; c) trotz achtmonatlicher Vereinigung ist doch noch ein Unterschied zwischen dem oberen, an die Algensymbiose stärker angepaßten Abschnitt und dem unteren, mehr oder weniger algenfreien Stück.

*Färbungs*unterschiede, nicht aber um Rasse- oder Artdifferenzen.

Verwendet man statt der Chlorohydren braune und grüne Exemplare der Gattung Hydra, so entsprächen derartige Knospenbildungen schon eher der Definition; denn wenn auch äußerlich die Unterschiede meiner verschiedenen Kulturen geringfügig sind, so scheint doch ihr Verhalten den Algen gegenüber auf Differenzen hinzuweisen; Differenzen, die vielleicht aber auch nur als eine stärkere oder schwächere Gewöhnung an die Symbiose aufgefaßt werden können. Als sicher ließ

[6]) Nat. Wochenschr. 1922, Heft 39.

[7]) Nat. Wochenschr. 1922, Heft 41; Naturwissenschaften 1922, Heft 9 u. 39.

sich jedenfalls bei den Versuchen nachweisen, daß bei Vereinigungen dieser Art manchmal die Bestandteile mittels der Algen auch dann noch deutlich gemacht werden konnten, wenn bei anderen Methoden eine vollständige Gleichheit vorhanden zu sein schien.

Vor nunmehr 1¼ Jahren hatte ich beispielsweise Teile von grünen Männchen auf braune Weibchen gepfropft; diese entstammten einer Kultur, welche noch niemals symbiotische Erscheinungen zeigte. Die Anlagen der Keimdrüsen entwickelten sich nach der Verwachsung weiter, so daß zunächst künstliche Zwitter entstanden (Fig. 4a). Bei den folgenden Geschlechtsperioden gab es dann aber immer wieder *nur* ♂ oder *nur* ♀ (Fig. 4b); der eine Geschlechtscharakter wurde also zugunsten des anderen unterdrückt. Man hätte aus diesem Verhalten nun den Schluß ziehen können, daß durch die Aneinanderpfropfung der beiden Teile wirklich ein einheitliches Gebilde, eine echte Individualität zustandegekommen sei, zumal da eine Verwischung der Grenze durch ganz allmählichen Farbenausgleich eingetreten war. Da infolge einer längeren Kälteperiode sämtliche Algen verlorengegangen waren, fütterte ich das eine Tier, das noch übriggeblieben war, Anfang Januar 1922 von neuem mit Algen; und nun zeigte es sich, daß nur das obere Teilstück die Symbionten aufnahm. Auch im Laufe der warmen Sommermonate, die der Algenvermehrung so günstig sind, blieb ein schmaler Streifen an der Unterseite des Tieres beinahe algenfrei, während der obere Abschnitt tiefdunkelgrün sich färbte. Es ist dies ein Zeichen dafür, daß doch noch Unterschiede in den einzelnen Teilen vorhanden sein mußten, und eine *vollkommene* Vermischung auch nach vielen Monaten nicht eingetreten war.

Die Algen erweisen sich demnach als ein sehr feines Reagens auf die Artspezifität, und diese Erfahrung verwandte ich nun auch bei anderen Versuchen, bei denen es sich um Vereinigung total art- und rassenfremder Bestandteile handelte.

Man konnte bei derartigen Versuchen nicht so vorgehen, daß extrem grüne Teile auf andersfarbige aufgepfropft wurden; auch *Spemann* und seinen Schülern gelang es nicht, Chlorohydren und braune Polypen zu vereinigen, so daß Artvereinigungen unmöglich schienen. Sogar eine Vereinigung von grünen Exemplaren der Spezies Hydra attenuata und braunen H. vulgaris gelang zunächst nicht, obwohl diese beiden Gruppen vermutlich nur als Rassen aufgefaßt werden können. Die einzelnen Bestandteile lösten sich nach einer oberflächlichen Vereinigung auf oder trennten sich wieder, wobei allerlei pathologische Veränderungen zu beobachten waren. Da diese ähnlich verliefen, wie bei einer allzu stürmischen Algeninfekion, vermutete ich, daß hier ebenfalls Schädigungen durch die ungewohnten Symbionten vorlägen und die doppelte Schädigung durch Pfropfung und Algeneintritt die ungünstigen Resultate hervorrief. Ich verzichtete deshalb bei weiteren Versuchen darauf, möglichst kontrastierende Bestandteile zu vereinigen, sondern nahm Exemplare, die künstlich wieder algenfrei gemacht worden waren. Durch spätere Verfütterung von Symbionten ließen sich dann die einzelnen Bestandteile auseinanderhalten, wenn die Transplantation glückte. In der Tat gelang auch auf diese Weise die Vereinigung von Exemplaren beider Rassen. Die besten Resultate erzielte ich jedoch, wenn ich auch H. vulgaris, die bis dahin noch niemals Symbionten besaß, allmählich an die Algen gewöhnte und so ein gleichartigeres inneres Milieu herstellte. Eine solche Gewöhnung gelang auch wirklich nach und nach; wenn auch zunächst die Symbionten ausgestoßen wurden, so kam es doch nach mehrmaliger Verfütterung zu einer gegenseitigen Anpassung, und nach Verlauf von einigen Monaten war ein Gleichgewichtszustand hergestellt. Mit diesen algenfesten Hydren der Vulgarisrasse ließen sich nun ohne weiteres grüne Attenuatateile vereinigen, die sich nicht mehr trennten und als Einheit einbezogen wurden. Da die neuinfizierte Rasse immer nur sehr spärlich mit Algen durchsetzt war, ließen sich die einzelnen Bestandteile immer noch gut auseinanderhalten. Im weiteren Verlauf der Entwicklung machte sich bei vielen Tieren allerdings noch manchmal die Neigung geltend, an der Verwachsungsstelle sich wieder zu trennen; es bildeten sich dort beispielsweise überzählige Fußscheiben oder Tentakel aus, was bei einer Konplantation näherverwandter Formen weit seltener vorkommt. Ungefähr 50% der Tiere blieben jedoch dauernd vereinigt, und als Zeichen des Wohlbefindens ließ sich sogar geschlechtliche und ungeschlechtliche Fortpflanzung konstatieren. Wiederum wurden da, wo die Knospungszone mit der Verwachsungsstelle zusammenfiel, *beide* Bestandteile mit in das junge Tier einbezogen (Fig. 5 links). Es entstanden so echte Sektorialchimären, da beim Aufbau der Knospe Bestandteile zweier Rassen beteiligt waren, und zwar so verschiedener Rassen, daß sie von mancher Seite sogar als echte Spezies angesprochen werden.

Diese Erfolge ermutigten nun dazu, nochmals unter Ausschaltung aller schädigenden Einflüsse (wie Algen usw.) Transplantationen mit anderen art- oder gattungsfremden Bestandteilen zu untersuchen, und wenn auch die meisten Versuche nicht von Erfolg gekrönt waren, so gelangen doch schließlich auch *solche* Vereinigungen. Unmöglich scheint auch jetzt noch die Verbindung zwischen Chlorohydren und anderen Polypen, wenigstens für die *Dauer*; für kürzere Zeit, d. h. ein paar Tage, ließen sich auch hier Verbindungen herstellen, wenn weiße Chlorohydren dazu verwandt wurden. Von Erfolg gekrönt waren nur Pfropfungen zwischen Hydra attenuata und gestielten Pelmatohydren, Formen also, die sogar verschiedenen Gattungen angehören. Die in Fig. 6—8 gezeichneten Skizzen geben Versuche

wieder, bei denen hellgrüne Hydraköpfe auf die Unterteile von gestielten Pelmatohydren aufgepfropft wurden.

Eine so glatte Verheilung der Wundränder ist bei diesen entfernt stehenden Tieren nicht möglich, wie denn überhaupt mindestens die Hälfte der Transplantate sofort wieder abgestoßen wird. Kommt es wirklich zur Verheilung, so bleibt zunächst immer noch ein „Taillen"-Abschnitt; die Wundränder schnüren sich bei beiden Komponenten stark ein und verschmälern so an dieser Stelle den Durchmesser.

machte sich das Vorhandensein dieses algenfeindlichen Materials auch auf den oberen Partien bemerkbar, die der Hydra attenuata angehörten. Die Algen wurden nämlich nach und nach zurückgedrängt, so daß sich zwischen den grünen Oberteil und den Pelmatohydrafuß eine Zone schob, die anders aussah als jeder der ursprünglichen Teile: in der Fig. 6 b ist es der Abschnitt, der zwischen dem kleinen Fuß und dem dunklen Oberteil dazwischen liegt. Diese Zone konnte sich dann noch gegen den oberen und unteren Teil besonders absetzen, ein Zeichen dafür, daß hier ein Bestand-

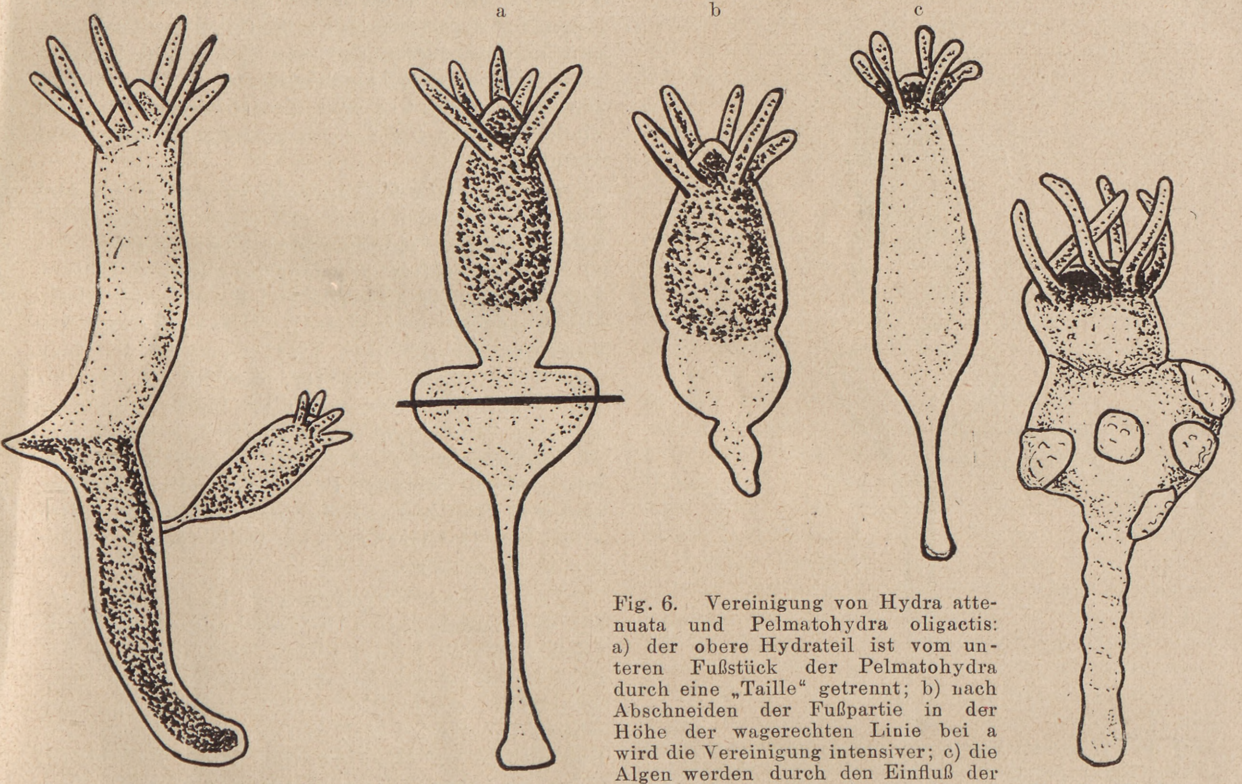


Fig. 5. Vereinigung von Hydra vulgaris (oben) und Hydra attenuata (unten). Die untere dunkle Knospe trägt reinen Attenuatacharakter, die links an der Verwachsungsstelle hervorsprießende Knospe ist aus *beiden* Bestandteilen zusammengesetzt (= Sektoralchimäre).

Fig. 6. Vereinigung von Hydra attenuata und Pelmatohydra oligactis: a) der obere Hydrateil ist vom unteren Fußstück der Pelmatohydra durch eine „Taille" getrennt; b) nach Abschneiden der Fußpartie in der Höhe der wagerechten Linie bei a wird die Vereinigung intensiver; c) die Algen werden durch den Einfluß der Pelmatohydrateile nach zwei Monaten immer mehr zurückgedrängt, so daß sie nur an der Tentakelbasis sichtbar sind.

Fig. 7. Kopf von Hydra attenuata auf Fußpartie von Pelmatohydra aufgepfropft, unter deren Einfluß die Algen zurückweichen. Die Hoden zeigen reinen Pelmatohydracharakter.

Auch nach längerer Zeit kann es dadurch noch leicht zu einer Aufhebung des Zusammenseins kommen. Wachsen beide Teile so heran, daß sie genügend Material zur Selbständigkeit besitzen, so können sie sich an dieser Stelle abschnüren und die Vereinigung ist dann restlos gelöst. Um beide Bestandteile dauernd zusammenzuhalten, muß man deshalb dafür sorgen, daß immer ein gewisser Mangel herrscht, der eine Vermehrung nicht zuläßt. Dies erreichte ich bei dem Versuch der Fig. 6 dadurch, daß ich den Pelmatohydrafuß an der angegebenen Stelle wegschnitt (Fig. 6 a). Der Rest vereinigte sich daraufhin intensiver mit dem anderen Teilstück, das inzwischen stärker ergrünt war (Fig. 6 b), und bald

teil vorlag, der mit keinem der anderen vollkommen identisch war. Man könnte allerdings annehmen, daß der algenfreie Teil lediglich aus Pelmatohydramaterial bestände; dem stehen jedoch Beobachtungen an anderen Tieren entgegen. Bei manchen Tieren waren nämlich die einzelnen Teile nicht ganz exakt aneinandergewachsen; an den dadurch entstehenden Zacken und Spitzen ließ sich dann die ursprüngliche Grenze noch gut feststellen und dadurch nachweisen, daß wirklich eine Beeinflussung des inneren, allein mit Algen besetzten Keimblattes vorlag (Fig. 7). Am deutlichsten wurde aber der Charakter dieser Zwischenzone bei dem Versuche, welcher der Fig. 8 zugrunde lag. Auch dort bildete sich eine algen-

freie Stufe oberhalb des „Taillen“-Einschnitts, ein Zeichen für die Veränderung des algenhaltigen Bestandteils. Es konnte sich aber nur um eine Beeinflussung des Endoderms handeln; die äußere, ektodermale Schicht mußte unbedingt noch unbeeinflußt sein, denn es entstanden in ihr die für diese Form typischen Geschlechtsorgane in gleicher Weise wie in dem oberen, grünen Attenuata-Abschnitt. Wir haben demnach hier den Fall vor uns, daß die eine Schicht des Hydrakörpers aus anderen Bestandteilen besteht wie die andere, mithin eine Zone entstanden ist, die den Charakter einer echten Periclinalchimäre zeigt.



Fig. 8. Wie bei Fig. 6. Zwischen Hydrakopf und Pelmatohydrafuß ein heller Abschnitt, der außen Hydracharakter trägt (gekennzeichnet durch die ♂-Keimdrüsen), innerlich aber von Pelmatohydra beeinflußt ist, wie die Zurückdrängung der Algen dartut.

Ob sich aus einer solchen Zwischenzone ein vollständiges Hydraindividuum entwickeln könnte, wenn man sie isoliert, müssen erst weitere Versuche lehren. Wir dürfen annehmen, daß dies bei geeigneter Versuchsanordnung möglich ist, zumal da *Isseyew* bei einer Zusammensetzung von Hydra vulgaris + Pelmatohydra echte Sektorialchimären erzeugt zu haben scheint, wie aus einem Brief an mich hervorgeht.

Bei den Tieren, die ich nun schon seit Monaten am Leben erhalten konnte, wurde die Zwischenzone nach und nach immer größer und die Algen immer mehr nach oben gedrängt, so daß nur die Partie um die Tentakel herum echten Attenuatacharakter behielt (Fig. 6 c). Das untere Teilstück repräsentierte dagegen stets einen typischen Pelmatohydrafuß. Leider hat an der Zwischenzone noch niemals Knospenbildung eingesetzt; es liegt dies wohl daran, daß hier immer noch nicht ganz ausgeglichene Zustände herrschen, wie auch aus der Neigung zu Depressionszuständen hervorgeht. Diese Depressionen erreichten nach und nach bei allen Tieren eine solche Stärke, daß sie für manche verderblich wurden. Die, welche diese Krise überstanden, repräsentierten sich nach eingetretener Regulation ganz anders; es war jetzt eine vollkommene Mischung der Charaktere eingetreten, mithin eine *Mosaik*chimäre entstanden. Die Nesselkapseln, die bei den Polypenformen ganz verschieden gebaut sind[8]), lagen in abgeschnittenen Tentakeln vollkommen gemischt nebeneinander, ein Zeichen dafür, daß eine vollkommene Durchdringung der Komponenten eingetreten war und die Gewebselemente der einen Gattung für die der anderen funktionieren konnten.

Die Knospen, die nunmehr in großer Zahl auftraten, entstanden alle nach einem gleichen, von beiden Formen abweichenden Typ; bis jetzt sind vier Serien gebildet worden, die alle dem Muttertier vollkommen gleichen und stets den gemischten Charakter aufweisen[9]). Es war somit ein durchaus lebensfähiges Tier gewissermaßen konstruiert worden, ein Tier, das in der Summe seiner Eigenschaften von allen bisher bekannten abweicht und diese Eigenschaften auch in derselben Weise auf die weiteren Generationen überträgt, so daß derartige künstliche Individualitäten und ihre Nachkommen durchaus fähig sind, unter günstigen Bedingungen sich weite Gebiete in der Natur zu erobern. —

Für unsere Betrachtungen hier können wir aus den angegebenen Untersuchungen und Beobachtungen den Schluß ziehen, daß nicht nur Angehörige derselben Art und Rasse, sondern sogar verschiedener Familien und Gattungen unter gewissen Umständen sich dauernd vereinigen lassen, und mithin auf experimentelle Weise Individualitäten aus verschiedenen Elementen künstlich hergestellt werden können.

Bei Vereinigungen verschiedener Individualitäten zu einer neuen lassen sich jedoch Unterschiede gradueller Art feststellen, die auf die Beurteilung der ganzen Individualitätsfrage ein gewisses Licht werfen.

Wir sehen, daß bei Aufpfropfung ungleichartiger Bestandteile bei den einzelnen Abschnitten immer die Neigung besteht, wieder voneinander zu gehen. Je entfernter die Verwandtschaft, desto größer die Selbständigkeit der Transplantate. Bei den gattungsfremden Hydrateilen verhindert häufig nur der Materialmangel eine Regeneration und damit die beginnende Emanzi-

---

[8]) Vgl. *P. Schulze*, Bestimmungstabelle der deutschen Süßwasserhydrozoen. Zool. Anz. 1922, Heft 1/2.

[9]) Genauer beschrieben in Zool. Anzeiger 1923 (Chimärenbildung bei Cölenteraten).

pation voneinander sowie der Verschluß der Wunde, die nur dann als Entwicklungsreiz wirkt, wenn sie offen bleibt[10]). Bei der Vereinigung von art- und rasseähnlichen Exemplaren kommt es zu einer weit innigeren Verschmelzung, ohne daß eine künstliche Beeinflussung nötig wäre. Nur müßten die einzelnen Teile erst aneinander gewöhnt sein und für beide ein ähnliches inneres Milieu hergestellt werden[11]).

Artgleiche Exemplare haben in den meisten Fällen diese Gewöhnung nicht nötig; bei Hydren derselben Spezies oder Rasse lassen sich ohne weiteres die einzelnen Teile vertauschen. Allerdings macht auch da das Vorhandensein oder Fehlen der Symbionten einen Unterschied; die Gewöhnung an die Algen bedingt ein besonderes inneres Milieu, dem sich die algenlosen Bestandteile in ähnlicher Weise erst adaptieren müssen wie einem artfremden Transplantat.

Ähnlich wie die Hydren verhalten sich auch manche Würmer und andere niedere Tiere. Je höher wir jedoch in der Stufenleiter der Entwicklung hinaufsteigen, desto mehr nimmt die Differenzierung und Spezialisierung zu; die einzelnen Teile, die einen solchen Organismus bilden, sind dann nicht mehr eine lose Vereinigung ähnlich gebauter Zellen, sondern Elemente, die auf ganz spezielle Funktionen eingestellt sind und sich so aneinander angepaßt haben, daß ein Ersatz durch andere nicht so ohne weiteres möglich ist. Es lassen sich zwar auch dort noch Transplantationen ausführen und Teile, die verlorengegangen sind, unter bestimmten Umständen von einem anderen Individuum einfügen; Hautpartien beispielsweise sowie Blut und oftmals sogar ganze Organe.

Bei Wirbeltieren und anderen auf ähnlicher Stufe stehenden Lebewesen ist dies aber nur unter gewissen ganz bestimmten Voraussetzungen möglich: Vereinigungen lassen sich nur auf frühesten Jugendstadien ausführen, wie z. B. bei Froschlarven oder Insektenpuppen, die ebenfalls embryonales Gewebe besitzen, oder aber zwischen ganz nahe verwandten Individuen, die bei Säugetieren sogar in richtiger Blutsverwandtschaft stehen müssen.

Es liegt dies einmal daran, daß jeder höhere Organismus entstanden ist aus Ei und Sperma, von seinen beiden Eltern also eine Erbmasse mitbekommen hat, die eine ganz bestimmte Summe von Eigenschaften repräsentiert. Diese Eigenschaften kommen in derselben Kombination nicht so leicht zweimal vor, da es sich natürlich um eine ungeheure Anzahl handelt; wir sehen daher auch, daß niemals ein Mensch dem anderen völlig ähnlich ist. Nur bei den sog. eineiigen Zwillingen ist die Ähnlichkeit so groß, daß sie leicht miteinander verwechselt werden können. Das kommt daher, daß hier das Ei sich nachträglich noch *geteilt* hat, und daher aus Material, welches eigentlich ein Individuum liefern sollte, *zwei* geworden sind. Beide haben daher dieselben Erbeigenschaften; und so kommt es auch, daß bei solchen Zwillingen Transplantationen am leichtesten auszuführen sind.

Zweitens aber wirken auf jeden Organismus im Laufe seines Lebens noch die äußeren Bedingungen ein, so daß jeder sich etwas anders entwickeln muß als der andere. So wird nach und nach ein eigenes ganz spezifisches inneres Milieu hergestellt, das sich von allen anderen irgendwie unterscheidet, wenn auch nur in minimalen Beschaffenheiten. Bei der ungeheuren Differenziertheit des Lebensmechanismus ist es dann verständlich, daß wohl in der Jugend auf einem primitiveren Stadium noch Teile eingefügt werden können, später jedoch nicht mehr. Dann ist jedes Teilchen schon so spezialisiert und auf jedes andere Teilchen so eingestellt, daß der Verlust oder die Störung des einen immer mehr den Stillstand des Ganzen nach sich zieht.

Bei einer Individualität *idealster* Form müßte demnach das Eingestelltsein der Abschnitte aufeinander und die Besonderheit der durch Vererbung und Entwicklung entstandenen Teile so einzigartig sein, daß ein Organ nur im vollkommenen Zusammenhang mit allen anderen arbeiten könnte und die Wegnahme auch minimaler Stücke oder ihr Ersatz unmöglich wäre. Eine solche ideale Individualität kommt indessen niemals vor, auch beim Menschen nicht, da ihm manche Einzelteile abgenommen und ersetzt werden können. Es liegt dies daran, daß auch bei ihm die einzelnen Organe bis zu einem gewissen Grade selbständig sind und gegeneinander arbeiten können, wenn es auch im allgemeinen nicht so in Erscheinung tritt. Kommt es doch sogar bei der Funktion des Nervensystems manchmal zu solchen Störungen, daß man von Bewußtseins*spaltungen* spricht!

Wir können daher unsere Ausführungen über zusammengesetzte Individualitäten dahin zusammenfassen, daß die Entwicklungsreihe tierischer Organismen wohl in aufsteigender Richtung eine zunehmende Differenzierung und Spezialisierung aufweist und damit eine immer größere Anpassung an ein inneres und äußeres Milieu zustande kommt, wodurch gegen eine Vermischung außerhalb des Geschlechtsaktes immer stärkere Schutzwälle aufgerichtet werden, kurzum, daß das, was wir als *Individualisierung* bezeichnen können, von Gattung zu Art, von Art zu Rasse, von Rasse zu blutsverwandter Sippe und von da zum Einzelexemplar zunimmt. Daß aber auch auf der höchsten Stufe dieses Fortschritts die Individualitätsform immer noch nichts Absolutes, Einheitliches darstellt, sondern ihr stets etwas Zusammengesetztes und damit mehr oder weniger Relatives anhaftet.

[10]) Diese früher schon ausgesprochene Ansicht (*W. Goetsch*, Regeneration und Transplantation bei Planarien. Arch. f. Entw.-Mech. 1921) vertrat auch *Bier* auf der diesjährigen Naturforscherversammlung in Leipzig und begründete damit neue Heilungsmethoden.

[11]) Vgl. auch die Versuche von *Rh. Erdmann* über Explantation u. Verwandtschaft (Arch. f. Entw.-Mech. 1922/23). Vorl. Mitteil. in d. Verhandl. d. Deutschen Zool. Gesellschaft, Würzburg 1922.

Besprechungen.

Foote, P. D., und F. L. Mohler, The Origin of Spectra. New York, The Chemical Catalog Comp., 1922. 250 S. 15 × 23 cm. Preis $ 4,5.

Die Verfasser des Buches, mit dem wir die Leser dieser Zeitschrift bekannt machen wollen, sind Physiker am Bureau of Standards in Washington. Sie und verschiedene ihrer Kollegen und Mitarbeiter, von denen in erster Linie *W. F. Meggers* zu nennen ist, sind auch in Deutschland bekannt geworden durch ihre interessanten und bedeutsamen spektroskopischen Arbeiten. *Foote* und *Mohler* haben sich besonders beschäftigt mit dem Problem der Anregung der Spektren durch Elektronenstoß und haben unsere Kenntnisse auf diesem Gebiete, das durch die grundlegenden Arbeiten von *J. Franck* und *G. Hertz* erschlossen wurde, durch zahlreiche experimentelle Arbeiten wesentlich erweitert und vervollständigt. Ein großer Teil der bisher bekannten Werte der Anregungs- und Ionisierungsspannungen entstammt den Messungen von *Foote* und *Mohler*.

Die Experimente, um die es sich dabei handelt, stehen nun bekanntlich im engsten Zusammenhange mit der modernen Atomtheorie, sie illustrieren auf das sinnfälligste die quantenhafte Übertragung von Energie auf Atome. Die atomtheoretische Deutung der Elektronstoßversuche bedeutet eine der wichtigsten Bestätigungen für die Richtigkeit der Bohrschen Atommodelle. Es ist deshalb selbstverständlich, daß auch *Foote* und *Mohler* sich mit dieser neuesten Entwicklung der Atomistik eingehend beschäftigt haben, und es lag also für sie nahe, in einem Buche eine zusammenfassende Darstellung der Resultate ihrer Experimentalarbeiten im Zusammenhange mit der Bohrschen Atomtheorie zu geben. Wir möchten vermuten, daß diese Idee den Verfassern den ersten Anstoß zur Abfassung des vorliegenden Buches gegeben hat. Da aber das spezielle Gebiet des Elektronenstoßes aufs engste verknüpft ist mit allen anderen spektroskopischen Problemen, so haben sich die Verfasser, zumal da in der amerikanischen Literatur ein derartiges Buch bisher nicht existierte, veranlaßt gesehen, ihr Ziel weiter zu stecken und ein Buch zu schreiben, in dem das gesamte Gebiet der Spektren — einige Teilgebiete (Zeemaneffekt, Starkeffekt, Bandenspektren) ausgenommen — im Zusammenhange mit der Bohrschen Theorie so ausführlich behandelt wird, wie dies auf 250 Druckseiten möglich ist. Bei dieser Wahl des Gegenstandes hat das Buch natürlich eine gewisse Ähnlichkeit mit dem bekannten deutschen Buche von *Sommerfeld*: Atombau und Spektrallinien. Es erhebt aber nicht wie dieses den Anspruch, eine vollständige Einführung in die Atomtheorie zu geben, sondern faßt den Gegenstand, wie die Verfasser in der Einleitung selbst sagen, von der experimentellen Seite an. Die theoretischen Dinge werden nur soweit gebracht, wie sie unumgänglich nötig sind, um die experimentellen Ergebnisse vom Standpunkte der Bohrschen Atomtheorie deuten zu können, den Hauptzweck ihres Buches sehen die Verfasser aber darin, die experimentellen Tatsachen möglichst vollständig und zusammenhängend darzustellen und das Tatsachenmaterial durch zahlreiche Tabellen, Diagramme und ganz ausgezeichnete Reproduktionen von Spektrogrammen zu belegen. So bleibt dem Buche, obwohl es in seinen theoretischen Teilen den Einfluß des Sommerfeldschen Buches nicht verleugnen kann und auch wohl nicht will, doch eine starke Originalität gewahrt. Auch der deutsche Leser, dem das Sommerfeldsche Buch gut bekannt ist, wird in dem vorliegenden Werke neues und interessantes Material finden, zumal da die amerikanischen Arbeiten auf dem in Frage kommenden Gebiete sehr ausführlich wiedergegeben sind, ohne daß dabei etwa die Literatur anderer Länder vernachlässigt würde. Die deutschen Arbeiten sind sogar sehr vollständig zitiert. Für den deutschen Leser ist es ja aber gerade sehr willkommen, die teilweise schwer zugängliche amerikanische Literatur so kennen zu lernen.

Den leitenden Gesichtspunkt für die Einteilung des Stoffes geben den Verfassern die verschiedenen experimentellen Methoden zur Erzeugung der Spektren. Das Buch zerfällt in 11 Kapitel, dem noch zwei zur Ergänzung hinzugefügt sind. Nachdem im ersten Kapitel die kurze Einführung in die Bohrsche Atomtheorie gegeben ist, wird im zweiten Kapitel gezeigt, wie man die Seriengesetze der Linienspektren durch Energiediagramme graphisch sehr anschaulich darstellen kann. Das dritte Kapitel ist den Resonanz- und Ionisierungsspannungen, also dem speziellen Arbeitsgebiet der Verfasser, gewidmet und enthält eine sehr vollständige Darstellung der Ergebnisse sämtlicher bisher vorliegenden Messungen und deren Deutung im Zusammenhange mit den Serienspektren. Man vermißt hier etwas ein näheres Eingehen auf die experimentellen Anordnungen, mit denen diese Resultate erzielt sind, wie es überhaupt im Charakter des Buches liegt, die Ergebnisse der Experimentaluntersuchungen ausführlich zu bringen, die Methoden aber nur kurz zu beschreiben. Das vierte Kapitel behandelt die Absorptionsspektren und die damit zusammenhängende Erscheinung der Resonanzfluoreszenz. Auch die Verbreiterung der Linien und die Lebensdauer angeregter Atome werden hier behandelt. Das fünfte Kapitel ist den Emissionsspektren gewidmet. Hier wird neben anderem die Anregung der Emissionsspektren durch Elektronenstoß sehr ausführlich behandelt, und es wird gezeigt, wie man bei wachsender beschleunigender Spannung der Elektronen zunächst ein Einlinienspektrum, dann ein Mehrlinienspektrum, dann das ganze Bogenspektrum und schließlich auch das Funkenspektrum erhält. Anschließend enthält das sechste Kapitel Ansätze zu einer theoretischen Erfassung des Problems der Mehrfachstöße, die zur Erklärung der Niederspannungslichtbögen herangezogen werden müssen. In dem siebenten Kapitel, das die thermische Anregung der Spektren behandelt, finden wir zunächst eine kurze Darstellung der Sahaschen Theorie der thermischen Ionisation und dann deren Anwendung auf die Deutung der Flammenspektren, Ofenspektren, Sonnen- und Sternspektren. Als Ergänzung zu dem Kapitel über die Ionisierungsspannungen werden im achten Kapitel die experimentelle Bestimmung der Elektronenaffinität sowie deren Berechnung aus thermochemischen Daten und die Ionisierungsspannungen einiger dampfförmiger Verbindungen gebracht. Das neunte Kapitel enthält eine kurze Darstellung der Röntgenspektren. Besonders die Zusammenstellung der auf lichtelektrischem Wege bestimmten L- und M-Grenzen der Atome mit niedriger Atomnummer verdient hier Beachtung. Nach einem zehnten Kapitel über den lichtelektrischen Effekt in Dämpfen folgt im elften Kapitel eine kurze Zusammenstellung der möglichen Bestimmungen der Planckschen Konstante h aus spektroskopischen Daten. Der Anhang enthält zunächst einige Daten und Tabellen und dann eine kurze Darstellung der bei Fertigstellung des Buches eben erschienenen Bohrschen Arbeit über den Zusammenhang zwischen Atombau und perio-

dischem System. Es ist zu bedauern, daß die Kenntnis dieser neuen Tatsachen für die Verfasser zu spät gekommen ist, um noch im Text selbst mit verarbeitet werden zu können. Aber auch sonst könnten manche der Ideen, die in *Bohrs* Originalarbeiten enthalten sind, noch nachhaltiger zur Deutung der spektroskopischen Tatsachen verwertet werden. So z. B. wird das Korrespondenzprinzip *Bohrs* nur ganz kurz erwähnt. Aber wie gesagt, der Hauptwert des Buches liegt in der sehr vollständigen Wiedergabe des Beobachtungsmaterials und nicht in der theoretischen Durchdringung der Probleme. Zum Schluß möchten wir nochmals auf die zahlreichen sehr schönen Reproduktionen von Spektrogrammen hinweisen, wie denn überhaupt die Ausstattung des Buches, wie bei einem amerikanischen nicht anders zu erwarten, eine ganz ausgezeichnete ist. Wenn wir soviel Lobenswertes über das vorliegende Buch sagen konnten, so dürfen wir trotzdem den deutschen Lesern nur mit Vorsicht die Anschaffung desselben empfehlen, denn es kostet leider 4½ Dollar!

W. Grotrian, Berlin-Potsdam.

Millikan, R. A., Das Elektron. Seine Isolierung und Messung, Bestimmung einiger seiner Eigenschaften. Übersetzt von Prof. Dr. *Karl Stöckel.* Band *69* der Sammlung „Die Wissenschaft". Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1922. X, 263 S.

Die bei Vieweg erscheinende Serie von wissenschaftlichen Einzeldarstellungen „Die Wissenschaft" verfolgt im Gegensatz zu der vom gleichen Verlag herausgegebenen „Sammlung Vieweg" den Zweck, solche Gebiete der exakten Naturwissenschaft, die bereits in gewissem Sinn als abgeschlossen betrachtet werden können, in monographischer Form zusammenzufassen. In dieses sozusagen klassische Stadium ist heute bereits trotz ihres relativ geringen Alters die Lehre vom Elektron eingetreten, und unter den Forschern, die zu dieser Vollendung der Theorie am meisten durch ihre Untersuchungen beigetragen haben, gehört mit an erster Stelle sicher *R. A. Millikan.* So ist es dem Verlag sehr zu danken, daß er in die genannte Sammlung eine Übersetzung des in Amerika schon 1917 erschienenen, jetzt mit mehreren Ergänzungen versehenen hier vorliegenden Buches aufgenommen und so auch den deutschen Lesern zugänglich gemacht hat.

Im Mittelpunkt der Darstellung stehen, wie nicht anders zu erwarten, die heute schon klassischen Versuche *Millikans* über die Isolierung und Messung des elektrischen Elementarquantums, mit ausführlicher Schilderung der Apparatur, Mitteilung vollständiger Versuchsreihen und Diskussion aller möglichen Fehlerquellen und nötigen Korrektionen; hierher gehörige Einzelheiten werden dann auch noch in einem besonderen Kapitel behandelt, das sich mit der Frage nach der Existenz von Subelektronen beschäftigt und, obschon dem Autor die inzwischen bekannt gewordenen neueren Ergebnisse noch nicht zur Verfügung standen, doch wohl mit Recht mit dem recht vorsichtig gefaßten Satze schließt: Bis zur Stunde gibt es also keinen Beweis für das Vorhandensein eines Subelektrons. Zwischen diese Betrachtungen eingeschoben ist ein Kapitel über den Mechanismus der Ionisierung von Gasen, soweit man hierin nach der „Tröpfchenmethode" Einblick gewinnen kann, und über die *e*-Bestimmungen aus der Brownschen Molekularbewegung.

Sehr reizvoll ist die in den drei Einleitungskapiteln gegebene historische Einführung, beginnend mit der atomistischen Theorie der Materie, dann über die ersten Anfänge der Hypothesen von der Struktur der Elektrizität bis zu den älteren Versuchen der Thomsonschen Schule zur direkten Messung des elektrischen Elementarquantums. *Millikan* führt hier im allgemeinen wörtlich und in Anführungsstrichen die wichtigsten Sätze der betreffenden Forscher an; er sucht dabei augenscheinlich jede Parteinahme zu vermeiden und zitiert *Aepinus, Wilhelm Weber* oder *Helmholtz* so vollständig wie *Franklin, Faraday* und *Maxwell.* Wenn es dem deutschen Leser auffallen wird, daß *Clausius*' Verdienst um die Begründung der kinetischen Theorie gegenüber dem von *Joule* und *Maxwell* etwas zurückgesetzt wird, daß der Name *Loschmidt* oder in der Geschichte der Erkenntnis vom Wesen der Elektrizität zwischen *Gilbert* und *Du Fay* der Name *Otto v. Guerickes* ganz fehlt, so muß doch wohl zugegeben werden, daß es auf der anderen Seite in Deutschland nur ganz wenige geben dürfte, die wissen, daß *Stoney* nicht nur die Bezeichnung „Elektron" eingeführt, sondern schon 1874 die ungefähre Größe der elektrischen Elementarladung berechnet (zu etwa $3 \cdot 10^{-11}$ elektrostatischen Einheiten) und sie als eine der systematischen Grundeinheiten der Natur erkannt hat. Aus derartigen Dingen sieht man nur immer wieder, wie fast unmöglich jede vollkommen objektive, von schulmäßigen Traditionen unabhängige historische Darstellung ist.

Bedenklicher werden solche Einseitigkeiten schon da, wo es sich um die neueste Entwicklung der Forschung und ihren augenblicklichen Stand handelt. Wenn z. B. bei der Berechnung der Anzahl der Elektronen im Atom nicht *Lenard* genannt wird, der als erster diese Größe aus seinen Versuchen richtig abschätzte, wenn bei der Besprechung der Ionenbeweglichkeit in Gasen, abgesehen von einer älteren und relativ unwichtigen Arbeit der Name *Franck* überhaupt nicht vorkommt, wenn nicht die Messungen von *E. Ladenburg* und ihre Deutung durch *Joffe* als erste grundlegende Prüfung des Einsteinschen lichtelektrischen Gesetzes erwähnt werden, sondern hier und in zahlreichen anderen Fällen immer nur von englischen und amerikanischen Namen, in erster Linie von den im Ryersonlaboratorium ausgeführten Untersuchungen die Rede ist: dann bekommt der nicht bereits in diesen Fragen bewanderte Leser leicht ein unrichtiges Bild von dem wahren Verdienst der einzelnen Forscher. In dieselbe Kategorie allzuweit getriebener Einseitigkeit gehört es doch wohl auch, wenn *Einsteins* Lichtquantentheorie lediglich als ein „Ausbau" oder „eine besondere Abart" der Thomsonschen Ätherfadentheorie bezeichnet wird, wobei auch betont werden muß, daß der Abschnitt, in dem sich *Millikan* mit den Schwierigkeiten dieser theoretischen Fragen abzufinden sucht, entschieden den schwächsten Teil des ganzen Buches ausmacht. Die hiermit zusammenhängenden Gegenstände werden in den beiden Schlußkapiteln behandelt, welche die Überschriften: „Der Aufbau der Atome" und „Die Natur der strahlenden Energie" tragen und die in gedrängter Form eine Übersicht über die Atomtheorie von der ersten Schätzung der molekularen Dimensionen bis zum Bohrschen Modell und über die Quantentheorie bringen.

Einige der oben erwähnten Einseitigkeiten sind erfreulicherweise in der deutschen Ausgabe durch Anmerkungen ausgeglichen worden; auch sonst ist die Arbeit des Übersetzers durchaus anzuerkennen, das Buch ist flüssig und angenehm zu lesen, vereinzelte Anglizismen wie z. B. die Kapitelüberschrift „Schwierigkeiten gegen die Wellentheorie" fallen kaum ins Gewicht. Schließlich hat der Herausgeber in einem Nachtrag die neuesten Millikanschen Arbeiten

über Ionisierung von Gasen durch α-Strahlen und über die kurzwelligen Spektra der leichten Elemente in kurzen Auszügen mitgeteilt und hierdurch noch einmal unterstrichen, daß in dem Buch es sich mehr um eine zusammenfassende Darstellung der Arbeiten *Millikans* und seiner Schüler in einem größeren historischen Rahmen als um eine erschöpfende Abhandlung über das ganze Gebiet handelt. Betrachtet man es unter diesem Gesichtspunkt, so ist das in seinen Hauptteilen durchweg gemeinverständlich gehaltene Buch jedem physikalisch Interessierten sehr zu empfehlen.

Peter Pringsheim, Berlin.

Bohr, Niels, The theory of spectra and atomic constitution. Three essays. Cambridge, University Press 1922. X, 126 S.

Da diese drei Aufsätze von *Bohr* gleichzeitig auch in deutscher Sprache als Heft 56 der Sammlung Vieweg erschienen sind, kommt die hier vorliegende englische Übersetzung für den deutschen Leser wohl kaum in Betracht. Auf den Inhalt der Aufsätze einzugehen, erübrigt sich, da sie in dieser Zeitschrift (*10*, 844, 1922) bereits gelegentlich der deutschen Ausgabe von *J. Franck* ausführlich besprochen und gewürdigt worden sind.

Peter Pringsheim, Berlin.

Planck, Max, Physikalische Rundblicke. Leipzig, S. Hirzel, 1922. 168 S. 16½ × 22 cm.

Eine Anzahl von Reden und Aufsätzen, die aus den Jahren 1908—1920 stammen und sich zumeist an einen weiteren Kreis als den der Physiker richten, liegen nunmehr unter dem Titel: „Physikalische Rundblicke" zu einem Bande gesammelt vor. Allen jenen, die den Fragen der modernen Physik näherstehen, wird das hier Vereinigte zumeist schon aus Einzelveröffentlichungen bekannt sein. Aber es bietet dem Leser dieses kleinen Buches eine neue und wunderbare Anregung, in den einzelnen, zu den verschiedensten Anlässen geschriebenen Kapiteln ihren inneren Zusammenhang, die Einheit der Gedankengänge zu verfolgen. Mancher wird es dankbar empfinden, daß er von der Erörterung prinzipieller physikalischer Fragen bis zur Darlegung von *Plancks* eigenen Ideen geführt, Weltanschauung, Persönlichkeit und Werk dieses bahnbrechenden Geistes hier überschauen darf.

Die Reihe der abgedruckten Vorträge eröffnet die Leidener Rede: „Die Einheit des Physikalischen Weltbildes", die, im Gegensatz zu *Ernst Machs* Positivismus, als Ziel exakter Naturwissenschaft „*die vollständige Loslösung des physikalischen Weltbildes von der Individualität des bildenden Geistes*" fordert. Den gleichen Gedanken mag man aus dem folgenden Vortrag über: „Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung" herauslesen, der, zwei Jahre später (1910) auf dem Königsberger Naturforschertag gehalten, in der Darlegung des Relativitätsprinzips gipfelt. In der Rektoratsrede (1913) „Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis" wird zunächst die Unhaltbarkeit dreier klassischen Dogmen dargetan: der Unveränderlichkeit der chemischen Atome, der gegenseitigen Unabhängigkeit der Raum- und Zeitgrößen, der Stetigkeit aller dynamischen Wirkungen. Hier klingt, in der Erörterung über die Quantenhypothese, ein Grundmotiv von *Plancks* Denk- und Forschungsweise wieder: „Auch in der Physik gilt der Satz, daß man nicht selig wird ohne den Glauben, zumindest den Glauben an eine gewisse Realität außer uns." Diese Worte charakterisieren die ganze, zum großen Teil durch die Idee des Planckschen Wirkungsquantums ins Leben gerufene spekulative Richtung der modernen theoretischen Physik, bis zu den jüngsten Errungenschaften der Bohrschen Atomtheorie. Der Vortrag „Dynamische und statistische Gesetzmäßigkeit" behandelt das Verhältnis von Kausalität und Zufall, zwei folgende Artikel, Abdrücke aus der „Kultur der Gegenwart", haben „das Prinzip der kleinsten Wirkung" und „das Verhältnis der Theorien zueinander" zum Gegenstande. Der den Lesern dieser Zeitschrift bekannte Vortrag: „Das Wesen des Lichtes" (vgl. Die Naturw. 7, 903/9, 1919) beleuchtet hauptsächlich das Dilemma: „Undulations- oder Emanationstheorie", in dem sich die Optik gegenwärtig befindet. Der letzte Abschnitt des Buches enthält den Nobelvortrag (1920): „Die Entstehung und bisherige Entwicklung der Quantentheorie". Die Wege und Überlegungen, die zur Strahlungsformel geführt haben, werden aufgezeigt, die weiteren Erfolge der Quantentheorie, die Probleme, die sie zur Sprache bringt, dargelegt.

Jeder Versuch, den Inhalt des Buches erschöpfender zu referieren, wäre unzulänglich, jeder Ausdruck der Wertung unangemessen. Um in der einfachsten Formulierung den Eindruck, mit dem wir das Werk aus der Hand legen, zu schildern, mag es genügen, die Schlußworte anzuführen, mit denen *Planck* selbst implicite die Tragweite seiner Ideen kennzeichnen muß: „Das Problem des Wirkungsquantums wird nicht aufhören, die Forschung immer von neuem anzuregen und zu befruchten, und je größere Schwierigkeiten sich seiner Lösung entgegenstellen, um so bedeutsamer wird sie sich schließlich erweisen für die Ausbreitung und Vertiefung unserer gesamten physikalischen Erkenntnis."

G. Laski, Berlin.

Ephraim, Fritz, Anorganische Chemie. Ein Lehrbuch zum Weiterstudium und Handgebrauch. Zweite und dritte verbesserte Auflage. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1923. VIII, 742 S., 55 Abbildungen und 3 Tafeln. 16 × 24 cm.

Die Tatsache, daß von diesem Werk, welches in dieser Zeitschrift (*11*, 76; 1923) vor kurzem — leider stark verspätet — angezeigt wurde, bereits nach etwa ¾ Jahren eine zweite Doppelauflage erschienen ist, bedeutet einen starken Erfolg. Der Umfang des Buches ist gegenüber dem der ersten Auflage um etwa 15 Seiten gewachsen, indem mancherlei Ergänzungen aus der neuesten Literatur aufgenommen worden sind. Auch sonst hat der Verfasser Einzelheiten verbessert, das Sachregister vergrößert und Zeichnungen abgeändert. — Es ist besonders erfreulich, feststellen zu können, daß dieser buchhändlerische Erfolg auch ein wohlverdienter ist, wenn man die übereinstimmend günstige Beurteilung aller Besprechungen in den Zeitschriften als Maßstab gelten läßt. — Außer *K. A. Hofmanns* Lehrbuch hat in den letzten Jahren kaum ein anderes Werk sich so schnell durchgesetzt wie das Ephraimsche, und da ist es nicht ohne Wert, festzustellen, daß sowohl *Hofmann* wie *Ephraim* den Standpunkt des gemäßigten Fortschrittes einnehmen; beide halten sich vom Konservativismus ebenso fern wie vom Modernismus; beide räumen der Empirie einen sehr breiten Raum ein, ohne deshalb die Theorie zu verachten. Der Erfolg dieser Einstellung sollte den Extremen von beiden Flügeln zu denken geben.

I. Koppel, Berlin-Pankow.

Chemiker-Kalender 1923. Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen, Industrielle, Pharmazeuten, Hüttenmänner usw. Begründet von *R. Biedermann*. Neubearbeitet von *W. Roth* (Braunschweig). 44. Jahr-

gang. Zwei Bände. Berlin, Julius Springer, 1923. Schreibkalender, XIII, 528 S. — XII, 655 S. Geb. Grundzahl 9.

Der erste Band dieses weitverbreiteten Kalenders hat gegen den des Vorjahres (siehe Naturwissenschaften 10, 329) nur geringfügige Veränderungen erfahren. Neu aufgenommen wurde eine Tabelle über die Eigenschaften der wichtigsten Lösungsmittel von Dr. *Wolff*. Im zweiten Bande ist die Tabelle der Schmelzpunkte von Metallen und Legierungen (S. 115/116) durch einen kurzen Abschnitt „Grundbegriffe der Metallographie" ersetzt. Die bereits im vergangenen Jahre hervorgehobenen „Chemisch-Technischen Untersuchungen" von Dr. *Rüsberg* sind erheblich erweitert, indem Abschnitte über das Abmessen von festen Stoffen, Flüssigkeiten und Gasen, über technische Temperaturmessungen, Probenahme sowie über die Untersuchung von Kohle und Treibmitteln neu eingefügt wurden. — Leider geht die vor vier Jahren vom neuen Herausgeber in Aussicht gestellte gründliche Umarbeitung nur mit recht kleinen Schritten vorwärts. — Besonders hervorzuheben ist die dauerhafte äußere Ausstattung.

I. Koppel, Berlin-Pankow.

Schäfer, Clemens, Einführung in die Maxwellsche Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. 2. Auflage. (Sammlung math.-phys. Lehrbücher Nr. 3.) Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1922. VI, 174 S. und 33 Abbildungen. 13 × 20 cm.

Das im Gegensatz zu der Planckschen Einführung auf ganz induktiver Basis aufgebaute Werkchen erscheint jetzt in 2. Auflage (1. Auflage 1908). An dem ursprünglichen Charakter ist nichts geändert; die mathematischen Voraussetzungen sind möglichst gering, die Darstellung folgt vielfach der historischen Entwicklung. Formal kommt in der neuen Auflage die Vektordarstellung neben der Komponentendarstellung zu ihrem Recht; sachlich hinzugefügt sind genauere Betrachtungen über die ponderomotorischen Kräfte im elektromagnetischen Feld, ferner die Hertzsche Dipollösung der Maxwellschen Feldgleichungen.

W. Schottky, Rostock.

Zuschriften und vorläufige Mitteilungen.

Über die Lokalisation von Schallquellen.

In dieser Zeitschrift (10. Jahrgang, Heft 5, S. 107, 1922) ist unter dem gleichen Titel von *H. Hecht* (Kiel) eine Darstellung über das Problem der Schallokalisation erschienen, in welcher der Verfasser die bestehenden Theorien (Intensität, Zeit, Phase) als bekannt voraussetzt und insofern einen vermittelnden Standpunkt einnimmt, als er jeder dieser Theorien unter bestimmten Bedingungen eine Berechtigung zukommen läßt. Nach seiner Ansicht beruht die Lokalisation *hoher* Töne auf der *Auswertung der Erregungsdifferenz* in beiden Ohren, und zwar deshalb, weil der Kopf bei diesen kleinen Wellenlängen einen Schallschatten bildet, so daß die beiden Ohren von ungleichen Schallintensitäten getroffen werden. Da für *tiefe Töne,* also solche mit großer Wellenlänge, nach seiner Ansicht dieser Schallschatten nicht besteht, demnach für beide Ohren auch keine Intensitätsunterschiede angenommen werden können, wohl aber *Unterschiede in der Zeit des Eintreffens der Schallwellen in beiden Ohren,* so bekennt er sich hier als Anhänger der *Zeittheorie.* Diese gilt jedoch nach ihm nur für kurzdauernde Geräusche (Knall), bei stationärem Schallfeld mit großer Wellenlänge „tritt bis zu einem gewissen Grade an Stelle dieses Zeitunterschiedes der Phasenunterschied beider Erregungen". Nach der Ansicht von *Hecht* würden Mensch und Tier Schall *hoher* Frequenz (gleichgültig ob stationär oder kurzdauernd) infolge der *Intensitätsdifferenz* in beiden Ohren, Schall *tiefer* Frequenz bei kurzer Dauer durch die *Zeit-*, bei langer Dauer durch die *Phasendifferenz* lokalisieren.

Da wir unseren Standpunkt bezüglich der *uneingeschränkten* Gültigkeit der *Intensitätstheorie* schon mehrfach zum Ausdruck gebracht haben, so halten wir uns für berechtigt, auf eine Kritik einzugehen, und zwar zunächst auf eine solche der für die *Zeittheorie* notwendigen Voraussetzungen. Vorher aber möchten wir noch die Frage erörtern, ob der von *Hecht* angenommene verschiedene Mechanismus für die Lokalisation hoher oder tiefer Töne in seiner Abhängigkeit vom Kopfschatten einer experimentellen Prüfung standhält.

Ein einfacher Stimmgabelversuch reicht hin, zu zeigen, daß der Kopfschatten in der gleichen Weise wie bei hohen auch bei tiefen Tönen eine Rolle spielt. Bringt man eine Stimmgabel von 100 Schwingungen in der Sekunde (also Wellenlänge $= \frac{330}{100}$ m) durch starken Anschlag in einer Entfernung von 10 bis 15 cm vor einem Ohr zum Tönen, so lokalisiert man den Ton nach dieser Seite. Wird das Ohr verschlossen, so hört man je nach der Stärke des Verschlusses den Ton abgeschwächt in diesem Ohr oder er wird überhaupt nicht mehr gehört. Niemals aber wird der Ton nach der anderen Seite lokalisiert. Daraus geht unmittelbar hervor, daß die Intensität auf beiden Seiten in dem Grade verschieden ist, daß der Ton im abgewendeten Ohr an der Grenze der Schwelle oder unter ihr liegt. Das Experiment zeigt also, daß entgegen der Ansicht von *Hecht,* nach welchem bei dieser Wellenlänge kein Kopfschatten in Betracht käme, also die Schallenergie auf beiden Seiten gleich sein müßte, der Schall offenbar auf dem Wege zum abgewendeten Ohr abgeschwächt wird oder nicht in dasselbe gelangt. Das Versuchsergebnis spricht gegen die Annahme, daß im stationären Schallfeld bei Wellenlängen von 3 m und darüber der Schädel keinen Schallschatten bildet. Damit fällt auch die Berechtigung, verschiedene Mechanismen für die Lokalisation hoher und tiefer Töne anzunehmen.

Es ist aber auch vom vergleichend physiologischen Standpunkt höchst unwahrscheinlich, sich vorzustellen, daß in Konsequenz dieser Hypothese von *Hecht* Tiere je nach ihrer Schädelgröße hohe und tiefe Töne auf verschiedene Weise lokalisieren. Für eine Maus z. B. (Ohrdistanz ca. 1 cm) käme beim Lokalisieren von Tönen mit 3 cm Wellenlänge (10 000 Schwingungen) und solchen an der obersten Hörgrenze des Menschen nur die Zeitdifferenz in Betracht, während umgekehrt bei Tieren mit größerem Ohrabstand als der Mensch durch Töne von größerer Wellenlänge Intensitätsunterschiede auftreten müßten.

Nach unserer Ansicht kann man das oben angeführte Versuchsergebnis so erklären, daß der Schall, *unabhängig von der Wellenlänge,* bei einer bestimmten Energie auf dem Wege zu beiden Ohren nach dem bekannten physikalischen Gesetz in verschiedenem Grade an Intensität verliert, wobei dieser Verlust durch das Schallhindernis, das der Kopf für das abgewendete Ohr bildet, wesentlich vergrößert wird. Dabei kommt es hauptsächlich auf die Schallwellen an, die im Ohr in stehende Wellen verwandelt werden. Jede Hypothese muß fallen gelassen werden, wenn sie durch ein Versuchsergebnis widerlegt wird. Wir müssen also die Annahme von *Hecht,* daß der Kopfschatten nur für hohe und nicht für tiefe Töne in Betracht kommt, ablehnen.

Es galt jetzt weiter, auch die von der Zeittheorie geforderten Voraussetzungen einer experimentellen Prüfung zu unterziehen, beziehungsweise zu prüfen, ob die vorliegenden Angaben über das Erkennen kleinster Zeitdifferenzen damit in Einklang zu bringen sind. Die Vertreter der Zeittheorie nehmen an, daß der Schall in den beiden Ohren zeitlich verschieden eintrifft, und daß das Zentralnervensystem die Fähigkeit besitzt, Zeitunterschiede bis zu 30 σσ zu erkennen und für die Lokalisation zu verwerten. Gegen diese letztere Annahme der hohen Leistungsfähigkeit des Zentralnervensystems sprechen womöglich in noch höherem Grade Bedenken vom vergleichend physiologischen Standpunkt. Es müßte wiederum z. B. bei der Maus durch eine extrem seitlich stehende Schallquelle die Zeitdifferenz im Eintreffen der Wellen in den beiden Ohren, die beim Menschen 630 σσ beträgt, auf den 20. Teil dieses Wertes (rund 30 σσ) herabsinken. Das ist der Wert, der für den Menschen bei der Stellung der Schallquelle einen Grad seitlich von der Medianstellung (Wegdifferenz 1 cm) erfordert wird. Der entsprechende Wert für die Maus müßte $^1/_{20}$ davon betragen, also ungefähr 1 bis 1½ millionstel Sekunde. Man müßte also annehmen, daß derartige Tiere entweder eine dem Menschen weit überlegene Organisation des Zentralnervensystems für die Lokalisation des Schalles besitzen, oder daß sie, wenn wir für alle Tierarten und den Menschen die gleiche Empfindlichkeit voraussetzen, dem Menschen in bezug auf die Genauigkeit der Lokalisation nachstehen. Über die Feinheit dieses Vorganges im Zentralorgan sich eine Vorstellung zu machen, ist im vorhinein schwer. Beim Tier ist eine diesbezügliche Prüfung kaum denkbar. Beim Menschen kann man experimentell Anhaltspunkte gewinnen. Es liegen auch einzelne derartige Angaben vor.

Unsere eigenen Untersuchungen setzten damit ein, die Frage zu beantworten, welche Zeitunterschiede wahrgenommen werden können, beziehungsweise zu bestimmen, innerhalb welcher Zeit zwei Gehörseindrücke als getrennt voneinander erkannt werden. Wir richteten mit Rücksicht auf die Zeittheorie unser Augenmerk hauptsächlich darauf, zu prüfen, wie groß die Leistungsfähigist, wenn von zwei Schallreizen einer das eine, der zweite später das andere Ohr trifft. Die Ergebnisse dieser Versuche, über deren Einzelheiten wir an anderen Orten berichten wollen, haben gezeigt, daß die beiden Schalleindrücke (Ton und Geräusch) unter allen Umständen nicht mehr als getrennt erkannt werden, wenn das Zeitintervall kleiner als $^5/_{1009}$ Sekunden ist. Da dieser experimentell bestimmte Grenzwert um ein Vielfaches größer ist als der selbst für extreme Seitenstellung der Schallquelle in Betracht kommende, so ergibt sich daraus, daß für die Gültigkeit der Zeittheorie die Voraussetzungen fehlen. Wir werden in dem ausführlichen Bericht über unsere Versuche auch zeigen können, welcher Irrtum bei Beurteilung des Resultates unterlaufen ist in den Versuchen, die akustische Richtungsbestimmung durch künstliche Vergrößerung der Zeitunterschiede zu verfeinern.

Über eigene Versuche zur Kritik der *Phasentheorie* verfügen wir derzeit nicht. Aber auch gegen diese bestehen dieselben Bedenken vom vergleichend physiologischen Standpunkt. Bei der Verschiedenheit der Ohrdistanz kann bei verschiedenen Tieren bei derselben Tonhöhe die Phasendifferenz nicht die gleiche sein.

Für die *Intensitätstheorie* entfallen alle diese Bedenken vom vergleichend physiologischen Standpunkt. Es erübrigt nun die Frage zu beantworten, wie groß die Leistungsfähigkeit des Zentralorganes im Erkennen von Intensitätsunterschieden ist, beziehungsweise diese Werte für Geräusche und Töne verschiedener Höhe festzustellen.

Wien, den 30. Januar 1923. *A. Kreidl.* *S. Gatscher.*

* * *

Die Herren *Kreidl* und *Gatscher* nehmen an, daß die Lokalisation von Schallquellen für alle Wellenlängen nach der Methode des Intensitätsunterschiedes erfolgt. Sie führen für ihre Ansicht physikalische und physiologische Gründe an, gegen die ich mancherlei einzuwenden habe. Ich will mich jedoch nur auf das Wesentlichste beschränken.

1. Das angegebene Experiment, das beweisen soll, daß der menschliche Kopf auch bei tiefen Tönen einen starken Schallschatten wirft, ist aus mehreren Gründen sehr anfechtbar. Ich empfehle, den Versuch in so großem Abstande von der Schallquelle zu wiederholen, daß das Schallfeld, in dem beobachtet wird, ein ebenes ist, und alle störenden Reflexionen an Wänden usw. zu vermeiden. Ein Arbeiten im geschlossenen Zimmer ist bei Untersuchungen mit Wellenlängen von der Größe der Zimmerdimensionen natürlich ausgeschlossen. Zur Befreiung von Obertönen, die gerade bei den tiefen Tönen außerordentlich stark stören und Schattenwirkungen vortäuschen können, empfiehlt es sich, Helmholtzsche Resonatoren vor den Ohren zu verwenden.

Bei Vermeidung aller Fehlerquellen werden dann auch die Herren *K.* und *G.* das von der Theorie geforderte und von vielen Experimentatoren in zahlreichen Versuchen mit elektrischen, optischen und Schallwellen in der Luft und im Wasser bestätigte Resultat finden, daß ein zur Wellenlänge kleines Schallhindernis keinen nennenswerten Schallschatten werfen kann.

Ein flüchtig ad hoc von Herrn *W. Späth* und mir unternommener Versuch mit 200 Schwingungen in der Sekunde ergab für das Verhältnis der Intensitäten auf dem zugewandten und abgewandten Ohr etwa 2.

2. Die Herren *K.* und *G.* haben festgestellt, daß erst oberhalb einer Zeitdifferenz, die um viele Male größer als die maximal beim Menschen auftretende Zeitdifferenz von 6×10^{-4} Sek. ist, getrennte Schallbilder wahrgenommen werden, und kommen zu dem Schluß, daß der Zeitdifferenzmethode infolgedessen die Grundlagen fehlen. Sie übersehen dabei, daß ja gerade bei der Lokalisation auf Grund einer Zeitdifferenz die beiden Schallbilder zu einem einzigen verschmelzen müssen, um die Vorstellung eines aus einer bestimmten Richtung kommenden Schalleindruckes zu erzeugen.

Über das, was über den Unterschied bei der Lokalisation durch verschieden große Tiere gesagt ist, kann man wohl wie über ähnliche physiologische Fragen zweierlei Meinung sein, bevor nicht entsprechende Experimente angestellt sind. Ich persönlich kann mir nicht recht vorstellen, daß für alle Tiere unabhängig von ihrer Größe und damit unabhängig von dem Gebiet der Töne, das sie erzeugen und vornehmlich empfangen, die gleichen Grenzen und Schwellenwerte gelten sollen.

Kiel, den 24. März 1923. *H. Hecht.*

Ultraviolette Nordlichtstrahlen?

Am 17. Oktober 1919, während ich damit beschäftigt war, Nordlichtphotogramme von einem prachtvollen Nordlicht auf dem nördlichen Himmel aufzunehmen, machte ich folgende Observation.

Um $12^h 15^m$ nachts mitteleuropäischer Zeit wurde in Nordost ein rotvioletter Lichtschimmer beobachtet. In diesem waren keine Strahlen zu sehen. Als jedoch die Lichterscheinung mir auffallend erschien, wurde eine Photographie derselben gleichzeitig von den Stationen Bygdö und Oscarsborg aufgenommen.

Die verwendeten Platten waren „Lumière Etiquette violette“. Bei der Entwicklung kamen zu meiner großen Überraschung Nordlichtstrahlen hervor, trotzdem ich während der Aufnahme keine Spur von solchen sehen konnte.

Die Berechnung, die auf Grund der kleinen Parallaxe nicht ganz zuverlässig ist, zeigt, daß die Strahlen innerhalb der Höhenintervalle 250—550 km über der Erde lagen.

Die Spitze der einen wahrscheinlich zwischen 450 und 550 km.

Die Strahlen lagen im Zenith eines Gebietes über dem nördlichen Schweden bei der Bottnischen Bucht.

Nach diesem scheint es mir wahrscheinlich, daß die Strahlen ultraviolettes Licht ausgesandt haben.

Bygdö b. Kristiania, den 24. März 1923.

Carl Störmer.

Zur Geschichte des Ammoniakverfahrens.

In den „Naturwissenschaften“ Nr. 49, S. 1048, Anm. 10, 1922 hat Herr Professor *Fritz Haber* zu seinem dort veröffentlichten Vortrag geschrieben:

„Der Wunsch, an der Synthese des Ammoniaks beteiligt zu erscheinen, nimmt seine seltsamste Form in einem Lehrbuche der Chemie an, dessen 1. Band Herr Professor *Max Trautz* in diesem Frühjahr hat erscheinen lassen.“

Ich stelle demgegenüber fest, daß ich auf den betreffenden Seiten 119 und 471 meines Lehrbuchs lediglich Tatsachen in chronologischer Folge aufgezählt habe. Ich habe, wie aus der von Herrn Prof. *Gattermann*, meinem damaligen Chef, redigierten Patentanmeldung vom 3. Oktober 1904 (ausgelegt 2. Januar 1906) — die Herr *Haber* im wesentlichen wiedergab in der genannten Anmerkung — hervorgeht, damals gefunden, daß durch Überleiten von Wasserstoff und Stickstoff über gewisse Leichtmetalle, ihre Gemische oder ihre Reaktionsprodukte mit den Gasen schon bei mäßigen Temperaturen (unter 600 °) Ammoniak entsteht, habe auch darauf hingewiesen, daß die Ausbeute durch erhöhten Druck steigen müsse. Die weit brauchbareren Schwermetalle habe ich in der Patentanmeldung 1904 nur auf ausdrücklichen Einspruch des Herrn Prof. *Gattermann* nicht erwähnt, weil dieser der Ansicht gewesen, ich dürfe das nicht, ehe ich nicht mit *allen* Schwermetallen Versuche ausgeführt gehabt hätte. Weitere Versuche mit Schwermetallen, mit besseren Ausbeuten, habe ich dann angeschlossen. Mitteilungen des Herrn *Haber* über diesen Gegenstand haben erst später stattgefunden.

Ich habe auf diese in meinem Buch erwähnten Tatsachen keinerlei Ansprüche gegründet, habe vielmehr ausdrücklich betont, daß Herr *Haber* das Verdienst hat, mit Herrn *Bosch* das technische Ammoniakverfahren geschaffen zu haben.

Heidelberg, den 31. März 1923. *Max Trautz.*

Bemerkung zu vorstehender Notiz.

Von Fritz Haber, Berlin-Dahlem.

Der einzige Beitrag, den Herr *Trautz* zu der Ammoniakfrage geleistet hat, besteht in der von ihm am 2. Januar 1906 zur amtlichen Auslegung gebrachten und danach zurückgezogenen deutschen Patentanmeldung, deren Text (bis auf den theoretischen Teil und den Patentanspruch) nach der von der Badischen Anilin- und Sodafabrik gefertigten Abschrift untenstehend wörtlich wiedergegeben ist. Jeder Fachmann weiß heute, daß man nach den Angaben dieses Textes kein Ammoniak aus den Elementen erhält, worauf die Badische Anilin- und Sodafabrik Herrn *Trautz* seinerzeit hingewiesen hat. Danach erscheint jedes weitere Wort über den Gegenstand entbehrlich.

Der Text der Patentanmeldung unter Weglassung des theoretischen Teiles und des Patentanspruches lautet:

a) Beim Überleiten von Gemischen aus Stickstoff und Wasserstoff über Calcium, Baryum, Strontium, Magnesium und Lithium oder über Legierungen dieser Metalle unter sich entstehen Stoffe, die schon bei ziemlich niederen Temperaturen — von ca. —180 ° ab aufwärts — aus Gemischen von Stickstoff und Wasserstoff in verschiedenen Mengenverhältnissen bis gegen 4 % Ammoniak bilden, ohne diese katalytische Fähigkeit durch längeres, dauerndes Überleiten der Gase oder auch durch Variation der Zusammensetzung des Gasgemisches zu verlieren.

b) Im Gegensatz zu *Moissans* Befund verändert sich Calciumhydrür schon unter Rotglut, wenn es im Stickstoffstrom erhitzt wird. Wird nämlich das Hydrür auf ca. 300—500 ° in einem Strom ganz trockenen, reinen, mittels Kupfer von allen Sauerstoffspuren befreiten Stickstoffs erhitzt, so erhält man eine zitronengelbe Substanz, die beim Auftropfen von Wasser lebhaft Ammoniak abgibt. Erhitzt man sie im Wasserstoffstrom auf 200—400 °, so erhält man Ammoniak und Hydrür. Das Hydrür kann also immer wieder benutzt werden.

c) Durch Verwendung von Gemischen von Calcium mit Baryum oder Magnesium erzielt man noch leichtere Angreifbarkeit des Hydrürs, entsprechend der bei festen Lösungen dem Massenwirkungsgesetz entsprechenden Änderung des Dissoziationsdrucks.

Aus diesen drei neuen Tatsachen ergibt sich folgende Möglichkeit einer kontinuierlichen Ammoniakdarstellung.

Gemische von Wasserstoff und Stickstoff in bestimmten Verhältnissen werden (ähnlich wie bei dem Kontaktschwefelsäureverfahren das SO_2-Luftgemisch) durch Gefäße geleitet, die mit dem betreffenden Überträger (Hydrür-Nitrid-Gemisch der Erdalkalimetalle und des Lithiums bzw. Nitrid des Magnesiums) gefüllt sind. Die Überträger werden stets auf bestimmter Temperatur gehalten, da für jedes Gasgemisch mit bestimmtem Gesamtdruck ein Temperaturoptimum für Ammoniakgewinnung existiert. *Man kann bei relativ niederen Temperaturen arbeiten (ca. 200—400 ° i. allg.) und erhält so durch einmaliges Überleiten bis zu mehreren Prozent Ammoniak.* Man führt die Gase dann durch eine Säure oder ein Kältegefäß, worin das Ammoniak weggenommen wird, dann eventuell unter Wiederherstellung der ursprünglichen Zusammensetzung — wieder über eine Schicht Überträger und vermag so aus Wasserstoff und Stickstoff quantitativ reines Ammoniak zu erzeugen.

Um die — eventuell unbequeme — Wiederherstellung der ursprünglichen Zusammensetzung zu vermeiden, kann man die Temperatur der jeweiligen Überträgerschicht so wählen, daß sie für jedes darüber zu leitende Gasgemisch jeweils das Optimum darstellt. Steigerung des Druckes vergrößert die Ausbeute sehr.

Die Verwendung von Nitrid-Hydrür-Gemischen, wie auch die Anwendung von Magnesiumnitrid gestattet schon bei sehr niederer Temperatur Ammoniak zu erhalten.

Beispiel I.

Reines Calciumhydrür und Magnesiumnitrid werden zu gleichen Teilen miteinander fein zerrieben und in ein Rohr verbracht, das im Verbrennungsofen auf 200 bis 400° erhitzt wird. Leitet man bei gewöhnlichem Druck ein vollkommen trockenes Gemisch von etwa gleichen Teilen Wasserstoff und Stickstoff darüber, so erhält man Ammoniak, selbst bei ziemlich weitgehender Änderung der Gesamtzusammensetzung der Gase oder des Druckes und zwar dauernd.

Leitet man reinen Wasserstoff darüber oder reinen Stickstoff, so hört die Ammoniakbildung nach kurzer Zeit auf, beginnt aber alsbald wieder, wenn die reinen Gase durch das Gemisch ersetzt werden.

Beispiel II.

Reines Magnesiumnitrid, erhalten durch Erhitzen von Magnesium in völlig trockenem Stickstoff, wird in einem Verbrennungsofen in einer Röhre auf etwa 450° erhitzt. Leitet man dabei ein Gemisch von etwa gleichen Teilen Wasserstoff und Stickstoff (z. B. 4 Teile Wasserstoff, 5 Teile Stickstoff) darüber, so erhält man dauernde Ammoniakbildung, ohne daß das Nitrid seine Eigenschaft als Überträger verliert.

Eine Phosphoreszenzbeobachtung am Röntgenschirm.

Im Juli 1920 hat uns Herr Dr. med. *Karl Frik* im Röntgenzimmer der 1. medizinischen Klinik in Berlin eine von ihm gemachte Beobachtung gezeigt: Die für Durchleuchtungszwecke benutzten und mit einer Bleiglasplatte abgedeckten „Ossal"- und „Astral"-Röntgenschirme leuchteten im Dunkeln hell auf, wenn man mit einem trockenen Finger oder einem Lederhandschuh über die Glasplatte wegstrich. Auch zeigte Herr Dr. *Frik* uns, wie man durch Anhauchen der Glasplatte ein mit dem Luftstrom über den Schirm weghuschendes Leuchten hervorrufen konnte. Herr Dr. *Frik* hatte mit Sicherheit festgestellt, daß Vorbestrahlung mit Röntgenlicht und gute Trockenheit von Glasplatte, Lederhandschuh usw. Vorbedingung sei.

Wir erklärten Herrn Dr. *Frik* sogleich, daß die von ihm beobachtete Erscheinung einen sehr hübschen Fall der von uns gefundenen „Ausleuchtung" der Phosphoreszenz durch elektrische Felder darstelle. (*B. Gudden* und *R. Pohl*, Zeitschrift für Physik 2, 192, 1920, *F. Schmidt*, Ann. Phys. 70, 161, 1923.)

Herr Dr. *Frik* hatte damals die Freundlichkeit, uns ein Stück eines alten Astral-Leuchtschirmes, an dem er die Erscheinung zuerst gefunden hatte, zur Untersuchung zu überlassen. Die Richtigkeit unserer Deutung ließ sich an diesem Schirm ohne weiteres erweisen.

Inzwischen ist nach Mitteilung von Herrn Dr. *Frik* die genannte Erscheinung Gegenstand einer Erörterung in der Sitzung der Berliner Röntgen-Vereinigung vom 22. März 1923 gewesen. Das gibt uns die Veranlassung, kurz ein paar Versuche zu beschreiben, die eindeutig beweisen, daß es sich hier lediglich um die Ausleuchtung der Phosphoreszens durch elektrische Felder handelt, die von statischen Ladungen hauptsächlich auf der Bleiglasplatte herrühren.

Der Astralschirm (ebenso wie der Ossalschirm im wesentlichen basisches Zinksilicat) zeigt nach Erregung mit Röntgenlicht, wie bekannt, bei Zimmertemperatur nur ein schwaches Nachleuchten. Trotzdem hat er eine große Lichtsumme aufgespeichert: erwärmt man ihn nämlich auf etwa 100°, so daß die Rückkehr der Elektronen durch die gesteigerte thermische Molekularbewegung beschleunigt wird, so zeigt sich minutenlang ein intensives Nachleuchten. Der Astralschirm stellt also einen sehr aufspeicherungsfähigen durch Röntgenlicht erregbaren Phosphor dar.

Um die beschleunigte Rückkehr der Elektronen durch elektrische Felder zu erzwingen, haben wir ein 10×10 cm großes Stück des Schirmes als Dielektrikum in einen Kondensator mit einer durchsichtigen Platte gebracht. Es genügt, den Schirm auf eine Metallplatte zu legen und oben auf den Schirm eine flache, mit Wasser gefüllte Spiegelglascuvette zu stellen. Das elektrische Feld erzeugt man mit einer kleinen Influenzmaschine, einer Leydener Flasche oder einem kleinen Transformator.

Das Aufleuchten im elektrischen Feld ist ohne weiteres zu sehen, wenn der Schirm zuvor mit Röntgenlicht oder auch ultraviolettem Licht mit einer Wellenlänge $\lambda < 280\ \mu\mu$ erregt worden war. Der Schirm bleibt hingegen dunkel, wenn die Lichtsumme zuvor durch einige Minuten lange Beheizung ausgetrieben war.

Diese Anordnung hat natürlich den Nachteil, daß hier außer dem dünnen Leuchtschirm der Boden der Spiegelglascuvette als Dielektrikum eingeschaltet ist.

Selbstverständlich lassen sich auch noch andere Anordnungen treffen. So genügt z. B. die Annäherung einer geriebenen Siegellackstange, um die ihr nächsten Teile des Schirmes aufleuchten zu sehen. Doch muß man sich dann vor Täuschung durch Funkenlicht hüten.

Auch kann man die das Feld erzeugenden Ladungen direkt auf die Oberfläche der recht gut isolierenden Kristallpulveroberfläche des Schirmes bringen. Das geschieht am einfachsten durch Auflegen einer trockenen Glasplatte, deren Oberfläche man mit Seide oder dergleichen reibt. Man sieht dann direkt die Verteilung der statischen Ladungen. Durch Bewegen der geriebenen Platte läßt sich das Feld stellenweise verstärken, so daß der Schirm heller aufleuchtet usf.

Diese Versuche lassen sich ad libitum variieren. Sie beweisen aber nur etwas für die verwickelte Ladungsverteilung auf mehr oder minder guten Isolatoren.

Hierhin gehört auch die Zunahme des elektrischen Feldes unterhalb der Glasplatte, wenn man auf ihrer Oberfläche die ungleichnamige Ladung durch Behauchen entfernt.

Leider ist die durch Ausleuchtung (sei es thermische, sei es elektrische) gewonnene Lichtsumme zu klein, um neben der als Fluoreszenzlicht während der Röntgenbestrahlung verausgabten Lichtsumme in technisch verwertbarem Maße in Frage zu kommen.

Eine diesbezügliche Anfrage des Herrn Dr. *Frik* mußten wir leider verneinen, aber auf jeden Fall hat seine Beobachtung uns einen Versuch kennen gelehrt, der es mit einfachen Hilfsmitteln gestattet, die Ausleuchtung der Phosphoreszenz durch elektrische Felder einem größeren Hörerkreis vorzuführen.

Göttingen, den 10. April 1923.

B. Gudden. R. Pohl.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. *Dr. Arnold Berliner*, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann & Co. in Berlin SW 19.